



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE CAMBIO DE
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN NICOLÁS ROMERO
Y SUS IMPLICACIONES EN LA PROVISIÓN DE
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**



PRESENTA:

KAREN PATRICIA DE LA TORRE PAREDES

ASESOR:

DR. RAYMUNDO MONTOYA AYALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la maravillosa oportunidad que tengo de vivir.

A mis padres, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante todos estos años. Por impulsarme a siempre seguir mis sueños y demostrarme que CUANDO SE QUIERE, SE PUEDE.

Al pinkys club, porque en las buenas y las malas, sé que somos los mejores amigos. Hoy y siempre, los amo mil ochomil.

A toda la familia que siempre está ahí para ti.

A mi Alma Mater, mi segundo hogar, por tantas oportunidades y buenas experiencias que me diste.

Al Dr. Ray, por todo el apoyo, guía y amistad que me brindó durante estos años.

A mis sinodales por su tiempo, interés y asesoría para el desarrollo de este trabajo.

A todos los profesores que directa y/o indirectamente contribuyeron en mi formación profesional y personal. Dra. Martha y Mtra. Betty, gracias por guiarme en este camino y por tenerme tanta paciencia

A mis amigos y próximos colegas. Cuatro años de maravillosas aventuras. En especial a mis amigochas Jessy y Ari. Ustedes hicieron esas tardes de laboratorio algo muy divertido, gracias por su amistad.

Aquellos auxiliares y asistentes que me recuerdan siempre que “Para cambiar al mundo tú y yo somos suficientes”.

A todos mis nuevos parceros, y a la pandilla latina, que hicieron del 2015 un año tan chévere. Algún día nos volveremos a ver.

GRACIAS

RESUMEN

La localización del Nicolás Romero facilita la comunicación con una sección del norte del Estado de México y algunos límites con el Estado de Hidalgo y el Distrito Federal, situación que provoca la demanda de servicios e infraestructura urbana suficientes para abastecer a la metrópoli. Por lo tanto, resulta necesario identificar de la problemática ambiental y generar información clara respecto a temas prioritarios de orientación al desarrollo sobre términos de sostenibilidad como son el uso, conservación, preservación y restauración de los servicios ecosistémicos. Es en ese contexto que los cambios en el uso de suelo y vegetación son posiblemente los más claros y más informativos indicadores del cambio de estado y características en los sistemas ambientales.


Por ese motivo, el objetivo de éste trabajo fue evaluar la dinámica de cambio de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero de los años 1970 al 2011 y sus implicaciones en la provisión de servicios ecosistémicos por medio de un SIGMA, en el que se elaboró un total de 18 mapas temáticos del medio natural (13 del subsistema abiótico y 5 del subsistema biótico), 9 mapas del medio socioeconómico y 6 mapas producto de la aplicación del SIGMA en modelos territoriales.

Debido a que existieron cambios en el uso de suelo en el periodo 1970 al 2011 en los que aumentaron las actividades antrópicas, se concluyó que la integridad ecológica, y por ende la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos disminuyó aproximadamente en un 11 %. Este hecho constata que los procesos presentes en Nicolás Romero causan actualmente, deterioro del territorio, y a su vez, los niveles de susceptibilidad ponen en riesgo la actividad agrícola en algunos sectores, ocasionan inestabilidad en el paisaje y la aceleración de procesos de degradación, producto de los cambios en el uso de suelo descritos.

En el área Oeste del municipio predominan cubiertas vegetales en vías de restauración, por lo que se recomienda la implementación de actividades tendientes a la recuperación y establecimiento de condiciones específicas del ecosistema.

Palabras clave: Nicolás Romero, SIGMA, Calidad y fragilidad de la vegetación, integridad ecológica, servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

he location of Nicolas Romero facilitates communication with a section of the northern state of Mexico and some limits with the state of Hidalgo and the Federal District, causing the demand for urban services and infrastructure enough to supply the metropolis. Therefore, the identification of environmental problems is required and the responsibility for generating current and complete information on priority issues facing the development of terms of sustainability such as the use, conservation, preservation and restoration of ecosystem services. In that context, land use and vegetation changes are probably the clearest and most informative indicators of the status and environmental systems characteristics.

The aim of this study was to evaluate the dynamics of change in land use and vegetation in the town of Nicolas Romero over 41 years and its implications for ecosystem services using a SIGMA, 18 thematic maps of the environment (13 of abiotic subsystem and 5 of biotic subsystem), 9 maps of socioeconomic environment and 6 maps resulting from the application of SIGMA in territorial models were done.

Because there were changes in land use in the period 1970 to 2011 in which increased human activities, it was deduced that ecological integrity, and therefore the ability of ecosystems to provide ecosystem services decreased by approximately 11 %. This fact notes the processes currently present in Nicolas Romero cause land degradation and, in turn, susceptibility levels threaten agriculture in some areas, because the changes observed in the land use lead to severe and rapid land degradation, which also causes instability in the landscape and emergency acceleration or degradation processes.

In the west area of the city dominated groundcovers being restored, so that the implementation of activities aimed at the recovery and establishment of specific ecosystem conditions is recommended.

Keywords: Nicolás Romero, SIGMA, Quality and fragility of vegetation, Ecological integrity, Ecosystem services

1 INTRODUCCIÓN



En pesar de la vasta riqueza biológica que alberga México como el cuarto país mega diverso a nivel mundial, la gestión ambiental no se ha convertido en una política prioritaria, debido a la aspiración de lograr una alta tasa de crecimiento económico de corto plazo (Guevara, 2005).

Al respecto, tanto ecólogos como economistas coinciden que la riqueza biológica debe considerarse como parte del capital de las naciones (Sarukhán *et al.*, 2009), puesto que los ecosistemas (condiciones bióticas, abióticas y sus interacciones), aportan bienes y beneficios a los seres humanos. A éstos beneficios se les conoce como servicios ecosistémicos (Balvanera y Cotler, 2007) y su deterioro representa graves consecuencias para la vida sobre el planeta (Sarukhán *et al.*, 2009).

Una alternativa que en América Latina se ha comenzado a implementar con gran aceptación ha sido la financiación de la conservación y buen manejo de los recursos naturales, al mismo tiempo que los proyectos de desarrollo rural. El instrumento se conoce como “Pagos por servicios Ambientales (PSA)”, que consiste en que los usuarios pagan o compensan directamente a los proveedores por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, quienes garantizan una alta calidad (Gómez *et al.*, 2007).


Por la complejidad que ésta y otras estrategias conllevan en su planeación y aplicación, resulta primordial que para mejoras en la gestión institucional y asignación de recursos económicos para planes de manejo territorial, se cuente con una visión interdisciplinaria e integral que influya en la creación o modificación de políticas públicas que procuren la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

En este contexto, se considera al ordenamiento ecológico y territorial (OET), como un proceso de planeación, creación, instrumentación, evaluación y, en su caso, modificación de las políticas ambientales, todo con el objetivo de encontrar un patrón de ocupación del territorio que equilibre las actividades productivas entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región, además de la protección de los recursos naturales (SEMARNAT-INE, 2006). Este proceso surge del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (Diario Oficial de la Federación, 2012).

El OET se rige sobre 5 etapas consecutivas: 1) Caracterización, 2) Diagnóstico, 3) Pronóstico, 4) Propuesta e 5) Instrumentación (SEMARNAT-INE, 2006).

En la etapa de caracterización es necesario integrar herramientas potentes de análisis de datos, tanto gráficos como alfanuméricos (SEMARNAT-INE, 2006) para su correcta adquisición, manipulación y análisis, pues estos datos representan variables naturales, sociales y económicas, y tienen una determinada distribución espacial (Sánchez, 2010).

Con la herramienta adecuada éste proceso puede resultar útil para establecer estrategias de preservación, conservación y restauración de los servicios ecosistémicos. Al respecto Chico (2010) expone que un SIGMA, involucra datos físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales georreferenciados que permiten proporcionar cartografía temática caracterizando un territorio mediante la integración de la información existente, facilitando el llevar a cabo estrategias de manejo y gestión de los recursos naturales.

 La sobrevivencia de las sociedades humanas depende directamente de la naturaleza y de los sistemas que mantiene el planeta. Es decir, de los complejos procesos biológicos y no biológicos; de las interacciones de sistemas de plantas, animales y demás factores que hacen que el planeta sea habitable (Duraiappah y Naeem, 2005). Por tanto, en México existen instrumentos de política aplicados en materia de protección de los ecosistemas (Toledo y García-Frapolli, 2008).

Una razón de peso para proteger a los ecosistemas del país radica en la constante provisión de los servicios ecosistémicos que éstos brindan, entre los que se encuentran el mantenimiento de la calidad y funcionamiento de las cuencas, del suelo, de la diversidad de ecosistemas para refugio y crianza de especies; lo que asegura la provisión de áreas donde habitar, materiales para la construcción, áreas de cultivo, la regulación del ciclo hidrológico y del clima, la regulación de las enfermedades, la satisfacción espiritual y el placer estético, entre otros servicios (Duraiappah y Naeem, 2005; Merino y Robinson, 2006; Toledo y García-Frapolli, 2008).

2.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Éste es un concepto que surge a finales de los años sesenta e inicio de los 70's, con otros términos como el "Capital natural" o "Servicios ambientales", en el marco del daño que ha causado el desarrollo económico al medio ambiente a partir de la Revolución Industrial, así como las consecuentes crisis económicas y sociales que han golpeado a las naciones a lo largo del siglo XX y comienzos del siglo XXI (Díaz, 2013).

Sin embargo, fue hasta finales de los años noventa que éste se convirtió en un gran tema de investigación, gracias a dos grupos de investigación que se consideran pioneros en la conceptualización y ampliación de la investigación de los servicios ecosistémicos.

El primer grupo refiere a los servicios ecosistémicos como "las condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales (...) sostienen y satisfacen la vida humana" (Daily *et al.*, 1997). El segundo grupo conceptualizó "Los bienes de los ecosistemas (como los alimentos) y servicios (como la asimilación de residuos) que representan los beneficios que las poblaciones humanas derivan, directamente o indirectamente, de las funciones ecosistémicas" (Costanza *et al.*, 1997).

Ambos grupos incluyen en la definición, a los ecosistemas semi-naturales.

Con base en estas definiciones y la del Millennium Ecosystem Assessment (2005) que dice “Los servicios ecosistémicos son los beneficios suministrados por los ecosistemas a la humanidad”, y en el entendido que la provisión de los servicios ecosistémicos depende de las propiedades emergentes del ecosistema, originadas a partir de las interacciones bióticas y abióticas que están regidas en gran medida por el legado histórico/evolutivo, las variables ambientales, los patrones geomorfológicos del suelo en el contexto local y espacial, la presencia de múltiples vectores de transporte (por ejemplo animales) y la redistribución de recursos por parte de los vectores de transporte, entre otras variables (Balvanera y Cotler, 2009; Peters *et al.*, 2006), es que la definición de servicios ecosistémicos que se manejará en el presente trabajo es:

“Los servicios ecosistémicos son aquellos bienes (materiales e inmateriales) y servicios que los ecosistemas (medio biótico, medio abiótico y el conjunto de sus interacciones) otorgan a la humanidad”

2.1.1 CLASIFICACIÓN

Existen diferentes marcos conceptuales para realizar ésta clasificación. Por ejemplo a partir de los grupos funcionales (De Groot *et al.*, 2002), de los grupos organizacionales (Norberg, 1999), o los grupos descriptivos (Moberg y Folke, 1999).

La clasificación más aceptada a nivel mundial, y la que se manejará en el presente trabajo es la del Millennium Ecosystem Assessment (2005). Este es un informe del estado de los ecosistemas considerando aquellos naturales y alterados por el hombre, y bienes tangibles e intangibles. En éste informe se proponen 4 categorías (*Ver tabla_1*).

2.1.2 VALORACIÓN

La valoración de los servicios ecosistémicos puede darse desde múltiples enfoques. Por ejemplo, por su valor ecológico (integridad, diversidad, rareza, densidad, etc.), su valor sociocultural (cultural, educativo recreativo), su valor de uso (bienes y procesos) y los de no uso (bienes para futuras generaciones), su valor económico (monetario), etc (Duraiappah y Naeem, 2005).

10 CAPÍTULO 2 | MARCO TEÓRICO

Tabla 1.- Estatus global de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte (Duraiappah y Naeem, 2005).

Servicio	Sub-categoría	Estado	Nota
Provisión de servicios: Productos materiales obtenidos de los ecosistemas			
Comida	Cultivos	Aumenta	Aumento de la producción sustancial.
	Ganados	Aumenta	Aumento de la producción sustancial.
	Pesca	Disminuye	Disminución de la producción debido a la sobreexplotación.
	Acuicultura	Aumenta	Aumento de la producción sustancial.
	Alimentos silvestres	Disminuye	Disminución de la producción.
Fibras	Madera	+/-	La pérdida de bosques en algunas regiones, el crecimiento de algunos otros.
	Algodón, seda, cáñamo	+/-	Disminución de la producción de algunas fibras, el crecimiento de leña otros.
	Leña	Disminuye	Disminución de la producción.
Recursos genéticos		Disminuye	Pérdida a través de la extinción y la pérdida de recursos genéticos de los cultivos.
Bioquímicos, medicinas, semillas		Disminuye	Pérdida por extinción, fabricantes de medicamentos y productos farmacéuticos cosechan en exceso.
Agua fresca		Disminuye	El uso insostenible para beber, la industria y el riego; cantidad de energía hidroeléctrica sin cambios, pero las presas aumento capacidad de utilizar esa energía.
Regulación de servicios: Beneficios obtenidos de la regulación de procesos ecosistémicos.			
Regulación de la calidad del aire (filtración de particulado atmosférico)		Disminuye	Disminución de la capacidad de la atmósfera para limpiarse.
Regulación del clima	Global (fijación de CO ₂ atmosférico)	Aumenta	Fuente neta de secuestro de carbono a partir de mediados del siglo.
Regulación del clima	Regional y local	Disminuye	Preponderancia de los impactos negativos.
Regulación del agua		+/-	Varía en función de cambios en los ecosistemas y la ubicación.
Regulación de la erosión		Disminuye	Aumento de la degradación del suelo.
Purificación del agua y tratamiento de desechos (eliminación de)		Disminuye	Disminución de la calidad del agua de tratamiento de residuos.
Regulación de enfermedades		+/-	Varía en función de cambios en los ecosistemas.
Regulación de plagas		Disminuye	Control natural degradado por el uso de pesticidas.
Polinización (Producción de vegetales)		Disminuye	Disminuyó la abundancia relativa de los polinizadores.
Regulación de riesgos naturales		Disminuye	Pérdida de barreras naturales (humedales, manglares).
Servicios culturales: Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas.			
Valores espirituales y religiosos		Disminuye	Rápida disminución de arboledas y especies sagradas.
Valores estéticos (belleza escénica)		Disminuye	Disminución de la cantidad y calidad de las tierras naturales.
Recreación (deportivos, relaciones)		+/-	Más áreas accesibles pero muchos degradarse.
Servicios de soporte: Servicios necesarios para la producción de los otros servicios ecosistémicos.			
Formación y retención de suelo		No se incluye un estatus puesto que no se usa directamente por la gente	
Ciclos de nutrientes y de agua			
Producción primaria (de biomasa, de)			
Ciclos biogeoquímicos (captura de)			
Polinización			
Provisión de hábitat (espacio, alimento, agua, etc.)			

No obstante, en el modelo económico mundial no se toma en cuenta la valoración de los servicios ecosistémicos. Una primera estimación a nivel mundial en principios del siglo XXI indicaba que los beneficios de estos servicios ecosistémicos ofrecían ~2 veces el tamaño del PIB mundial (Daily *et al.*, 1997).

En realidad, los servicios ecosistémicos son una forma de capital incluso de mayor importancia que el capital financiero y de infraestructura. El costo del agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente en 2006 fue aproximadamente del 8.8 % del PIB de México, es decir 84 mil millones de dólares (Sarukhán *et al.*, 2009).

Desde ese punto, un instrumento de política ambiental de reciente creación es el Pago por Servicios Ambientales (PSA). Es una transacción voluntaria donde un servicio ambiental bien definido y acotado, es comprado directamente de un proveedor, únicamente si éste asegura la provisión de ese servicio. Es decir, la retribución directa (por diferentes mecanismos) a quienes se ocupan de manejar, conservar y mejorar los ecosistemas que brindan los servicios ambientales necesarios para el bienestar de la sociedad. La premisa básica que fundamentan los esquemas de PSA es que, estos servicios deberían ser remunerados, creando así incentivos para su abastecimiento continuo (Rolón, 2009).

2.1.3 AMENAZAS

El Millennium Ecosystem Assessment (2005) indica que el 60 % de los servicios ecosistémicos globales disminuyeron en los últimos 50 años, fenómeno principalmente atribuido al uso insostenible de los mismos.

Son múltiples los procesos humanos que alteran los servicios ecosistémicos, entre los que más destacan:

- Destrucción del hábitat natural (pérdida, fragmentación).
- Invasión de especies no nativas.
- Sobre-explotación de recursos (tasa extracción > tasa de regeneración).
- Degradación de la integridad ecológica de los ecosistemas (por ejemplo Contaminación de ecosistemas).
- Alteración de los ciclos biogeoquímicos (por ejemplo el Ciclo C).
- Alteración de los niveles de biodiversidad (irreversibilidad).
- Amenazas a la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Las consecuencias más severas que enlista el Millennium Ecosystem Assessment (2005) son:

- Incremento de la temperatura y cambios en los patrones de precipitación
- Cambios en los humedales.
- Derretimiento del hielo y deshielo del permafrost.
- Cambios en el caudal de los ríos.
- Incremento en la erosión de la costa.
- Incremento en la propagación de enfermedades y parásitos en la vida salvaje.
- Disminución de la abundancia en ciertas pesquerías comerciales.
- Medida estable de los bosques (no crecen).
- Disminución de los contaminantes existentes en la fauna silvestre, incluidas especies de la cosecha, pero aumentan los contaminantes emergentes.
- Cambio de la disponibilidad y calidad de los alimentos tradicionales de los países que pueden afectar a las tradiciones culturales.
- Aumento de iniciativas de custodia en tierras privadas.
- Aumento de las áreas protegidas terrestres.
- Poco progreso en áreas marinas protegidas.
- Disminución de las aves.
- Aumento de la frecuencia de floraciones de algas en muchos lagos.
- Cambios importantes en las redes alimentarias marinas.
- Mayor productividad primaria en tierra.
- Disminución de extensión y estado de algunos bosques, pastizales y humedales, que afecta los suelos y nutrientes.
- Cambios en la carga de nutrientes.
- Cambio climático.
- Pérdida de biodiversidad (ocasiona pérdida de redundancia funcional, por tanto afecta el funcionamiento y estabilidad del ecosistema).

2.1.4 PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN LA TOMA DE DECISIONES

El problema que se presenta por el uso desmedido e irracional del suelo vive ya consecuencias graves como el desequilibrio del medio natural, que se percibe por un cambio climatológico que desestabiliza a una región con riesgos que amenazan al capital humano y se proyectan a un nivel global (Aceves, 2008).

Ahora más que nunca hay conciencia de la capacidades del hombre para introducir cambios en el medio natural, de la enorme magnitud potencial de estos cambios y de la fragilidad de los sistemas económicos mundiales y nacionales que configuran la división del planeta, ante un elemento unitario y global como es la Biósfera (Secretaría General de Medio Ambiente, 2004). Es así que se debe replantear un conocimiento sobre el paisaje natural en el que rija un equilibrio y armonía de sus componentes, mismos que se deben considerar para una utilización racional a partir de una unidad integradora hacia un todo, de la región, hacia nuestro planeta (Toledo-Ocampo, 2014).

Para estos fines resulta necesaria la ordenación del territorio. Concepto que se refiere a la proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social; integra, por tanto, la planificación económica y la física a través de un enfoque interdisciplinario. Aunque pueda operar a todos los niveles territoriales (nacional, regional, provincial, comarcal, municipal), el ámbito que se le considera más propio es intermedio (regional en sentido geográfico), y en tal caso la noción es asimilable al concepto de planificación regional, cuando a ésta se le descarga del sesgo económico con los calificativos de integral, espacial o territorial (Gómez, 1992).

En México, la ordenación territorial es competencia de dos instituciones: la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), que promueve los ordenamientos territoriales, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que promueve los ordenamientos ecológicos (INE-SEMARNAT-SEDESOL, 2003).

Así pues, a la ordenación territorial se le asignan objetivos de desarrollo desde una perspectiva intrínseca a la unidad territorial, en los planos humano, social, económico y espacial, y objetivos también de vertebración, coordinación y amortiguación de desequilibrios inter unidades territoriales, desde una óptica externa, para la integración vertical en la unidad territorial de ámbito superior (Gómez, 1992).

El ordenamiento territorial (OT) es un proceso de planeación, creación, instrumentación, evaluación y, en su caso, modificación de las políticas ambientales, todo con el objetivo de encontrar un patrón de ocupación del territorio que equilibre las actividades productivas entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región además de la protección de los recursos naturales (SEMARNAT-INE, 2006), esto a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (Diario Oficial de la Federación, 2012).

El OET se rige sobre 5 etapas consecutivas: 1) Caracterización, 2) Diagnóstico, 3) Pronóstico, 4) Propuesta e 5) Instrumentación. Es en la etapa de caracterización que se pretende integrar herramientas potentes de análisis de datos, tanto gráficos como alfanuméricos (SEMARNAT-INE, 2006).

2.1.4.1 DIFICULTADES

Al estudiar el entorno se hace el registro de todos los factores en la caracterización del medio, previsiblemente afectados por el desarrollo de la actividad (susceptibilidad en la variación de los recursos), se incluirá un estudio del medio físico, tanto abiótico (aire, clima, agua) como biótico (flora y fauna), y perceptual (paisaje) y otro del medio socio-económico del entorno afectado; siempre considerando las variables temporales (cíclicas o no). Para todo ello, resultará fundamental el acopio de la mayor cantidad de información posible (Conesa *et al.*, 1997).

A esa información se le han de aplicar indicadores, pues el suelo, el agua, la atmósfera, son limitados en calidad y cantidad, su estado natural puede verse alterado de muy diversas formas debido a los diferentes procesos y actividades humanas. El deterioro que se ha producido de forma gradual y cuyos efectos acumulados son hoy más perceptibles, ha alcanzado niveles que imposibilitan otros usos que demanda una sociedad cada vez más alejada del medio natural pero también más necesitada de este (Secretaría General de Medio Ambiente, 2004). Es por esto que los indicadores y/o índices ambientales pueden ser útiles instrumentos en la elaboración de la descripción del medio en el que se sitúa el proyecto propuesto, facilitando la búsqueda y la síntesis de datos, colaborando en la comunicación de la información sobre la calidad ambiental previa y proporcionar una base estructurada para la predicción y evaluación de impactos (Canter, 2000).

Con base en todo lo anterior, se puede afirmar que estos datos representan variables y tienen una determinada distribución espacial y gracias a la gran cantidad de datos que se necesitan manejar hay que usar herramientas para su adquisición, manipulación y análisis (Sánchez, 2010).

2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Gran parte de la toma de decisiones en problemáticas concretas de actividades políticas, sociales, económicas y ambientales del planeta requiere de información geográfica continua. Por lo tanto, las innovaciones geotecnológicas han ocupado un lugar privilegiado para impulsar instrumentos potentes (como registradores de datos y paquetes estadísticos), que a su vez permitan aumentar la cantidad y complejidad de la información manipulada para profundizar el conocimiento en los diversos ámbitos de estudio (Némiga y Hernández, 2011).

En ese contexto, es que a partir de los años sesenta se dio la creación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que, por su capacidad de manejo de datos, en el ámbito de las ciencias biológicas y medioambientales solucionan el problema de la heterogeneidad espacial y temporal en los estudios de planeación física y ecológica (Johnson, 1990) así como los métodos de representación fiable de ecosistemas complejos a partir del volumen de datos disponible.

Desde sus orígenes a la actualidad, los SIG han tenido diversas fases de desarrollo y hoy en día se han consolidado varias geotecnologías novedosas que son capaces de almacenar, gestionar, representar e incluso desempeñar funciones importantes en la planificación del territorio.

Los SIG han encontrado una participación determinante en todo el mundo en estudios principalmente enfocados a los cambios de uso de suelo (Bocco *et al.*, 2001; Henríquez y Azócar, 2006; Ubalde *et al.*, 1999), pues permiten al gestor del territorio plantear escenarios virtuales de una determinada región. Por ende, si se cuenta con una base de datos lo suficientemente amplia, estos sistemas son una potente herramienta para planificar la relación del ser humano y el medio ambiente.

2.2.1 DEFINICIÓN

No existe una única definición de Sistemas de Información Geográfica, puesto que se registran variantes en el concepto acorde a las funcionalidades que se quieran resaltar y al autor, por ejemplo:

- “Un potente conjunto de herramientas para recolectar almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real” (Burrough, 1986).

- Una base de datos computarizada que contiene información espacial” (Cebrián, 1988).

- “Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados usados para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente” (Aronoff, 1989).

- “Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión” (Goodchild y Kemp, 1990).

- “Sistema de información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas, en otras palabras, un SIG es a la vez una base de datos con funcionalidades específicas para datos referenciados espacialmente y un conjunto de operaciones para trabajar con los datos” (Star y Estes, 1990).

Montoya (1998), sugiere que además de los programas informáticos, un SIG incluye a la base de datos que contiene información espacial.

De ese modo, los elementos en común de éstas definiciones radica en el uso de herramientas para trabajar con información espacialmente referenciada, es decir, datos que representan un elemento del mundo real (z) y sus respectivas coordenadas (x, y). Esta información se caracteriza por sus relaciones geométricas y topológicas (Montilva y Granados, 1996).

Por ende, la definición propuesta en el presente trabajo es:

“Un SIG es una herramienta integradora de diversas tecnologías orientadas a la gestión de información de cualquier índole que este espacialmente referenciada y que relaciona al ser humano con su entorno. Estos sistemas deben ser capaces de llevar a cabo complicados procesos de análisis generando nueva información y/o dando respuesta a problemáticas concretas“

2.2.2 ESTRUCTURA

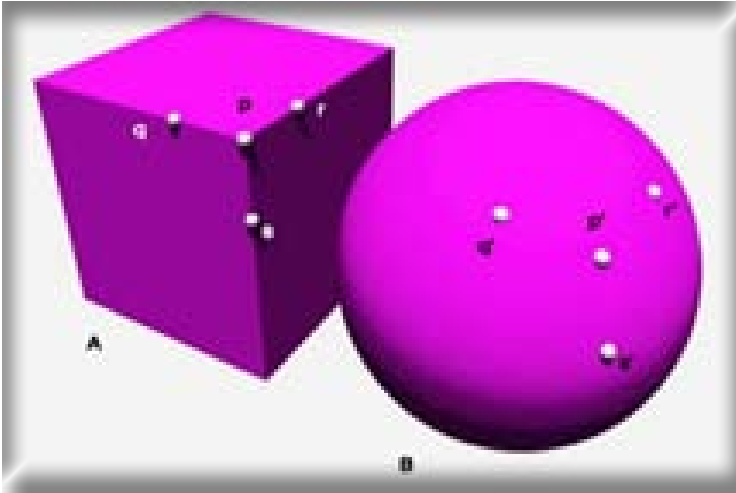


Figura 1.-Transformación homeomórfica (Echeverri, 2011).

La información espacialmente referenciada de una porción específica de la superficie terrestre puede representar una variable temática, por ejemplo la edafología, geología, vías de comunicación, temperatura, etc., misma que en la interfaz de un SIG recibe el nombre de capa temática. Aronoff (1989) refiere que es “un conjunto de elementos geográficos

lógicamente relacionados y sus atributos temáticos”, mientras que Montoya (1998) que es la separación lógica de datos espaciales de una capa de acuerdo con un tema determinado.

Ésta información exportada como un mapa se le conoce como mapa temático, cuya información puede ser cualitativa (por ejemplo tipos de roca o suelo) o cuantitativa (por ejemplo, variantes temperatura o profundidad). Y en éstas representaciones, que hay un proceso de abstracción y discretización de información originalmente continua, por lo que, perdiendo de su geometría, se obtienen los datos geográficos contenidos en ellas, y que dependiendo del modelo de datos utilizado, se puede representar la información por medio de puntos, líneas y polígonos (modelo vectorial) o por medio de celdas (modelo raster), (Montoya-Ayala, 1998).

2.2.2.1 MODELO VECTORIAL

Dentro de una base de datos, la información puede ser expresada en términos de diagramas, listas de valores, etc.; entretanto, de forma gráfica, las líneas que actúan de fronteras de datos forman entidades (puntos, líneas o polígonos) que comparten una geometría coincidente entre sí, es decir, permanecen invariantes cuando son deformadas (plegadas, dilatadas, contraídas, etc.) de manera que no existan nuevos vértices. A esta propiedad se le conoce como topología.

En otras palabras es la consistencia en la posición relativa en el conjunto de puntos de una forma que se transforma en otra, también conocido como homeomorfismo (*Ver figura_1*), (Macho, 2002).

Tabla 2.- Relación entre forma, borde y dimensión (Echeverri, 2011).

Espacio de dimensión topológica (n):	Puede contener formas de (n) dimensiones:	Que son las formas:	Y cuyo borde tiene una dimensión (n-1):	Que corresponde a la forma:
0	0	Puntos	-1	Vacío
1	0, 1	Puntos y líneas	0	Punto
2	0, 1, 2	Puntos, líneas y polígonos	1	Línea
3	0, 1, 2, 3	Puntos, líneas, polígonos y volúmenes	2	Polígono

Las propiedades topológicas de esas entidades van en función de su complejidad representativa expresada por medio de un número de medidas posibles en una dirección específica que son necesarias para su representación (su dimensión). Por tanto, los elementos puntuales no tienen dimensión, mientras que la dimensión es de 1 para el elemento lineal, 2 para el plano (largo y ancho) y 3 para el volumen (largo ancho y profundidad). Y desde ese punto, si la dimensión de una figura es igual de n , la dimensión de su borde será igual de $n-1$ (por ejemplo, un cubo tiene una dimensión de 3, su borde es un cuadrado cuya dimensión es de 2). En el entendido que cualquier espacio es n -dimensional, este espacio albergará la dimensión de cualquier forma, además de otras dimensiones iguales o menores a la dimensión del borde ($D < n-1$) (*Ver figura_2*). El conjunto de esas cuatro dimensiones básicas del espacio euclidiano son las que definen la dimensión topológica (*Ver tabla_2*) (Echeverri, 2011).

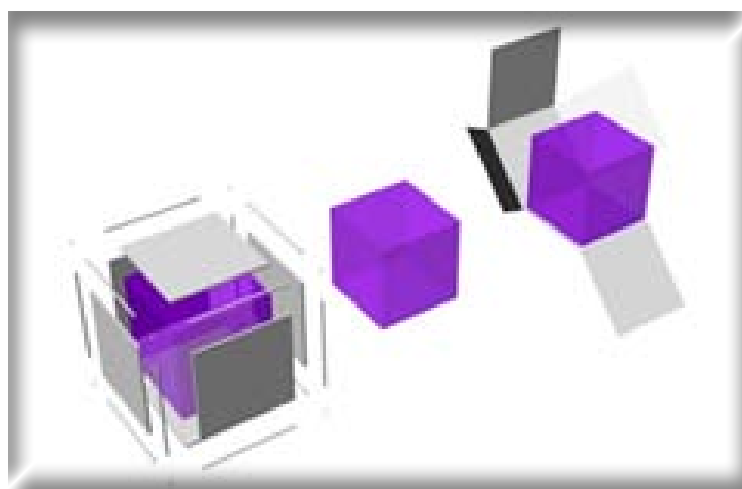


Figura 2.-Bordes de un cubo (Echeverri, 2011).

Es por esto que en los elementos vectoriales puntuales en un SIG se representan mediante un par de coordenadas X, Y que son la posición del objeto (por ejemplo árboles, casas, postes de luz, etc.), cuya dimensión topológica es de 0; por otra parte, los objetos lineales, representados por mínimo dos pares de coordenadas, son el cruce de dos vértices (por ejemplo ríos, carreteras, transectos), con una dimensión topológica de 1; y finalmente, los polígonos, representados por mínimo tres pares de coordenadas que representan segmentos lineales que cortan igualmente en vértices, (por ejemplo vegetación y usos de suelo, tipos de roca y suelo, etc.) cuentan con una dimensión topológica de 2 (Montoya-Ayala, 1998) (*Ver figura_3*).

Debido a que los datos espaciales se representan de una forma más explícita, y el nivel de precisión está en función del número de bits usados para representar un valor simple en la computadora, la resolución espacial es muy fina, por lo que se recomienda su uso para la representación de variables discretas (Edafología, Geología, Usos de suelo y vegetación, Red hidrográfica, carreteras, etc.), en función de la localización (Montoya-Ayala, 1998), (Montoya, 1998).

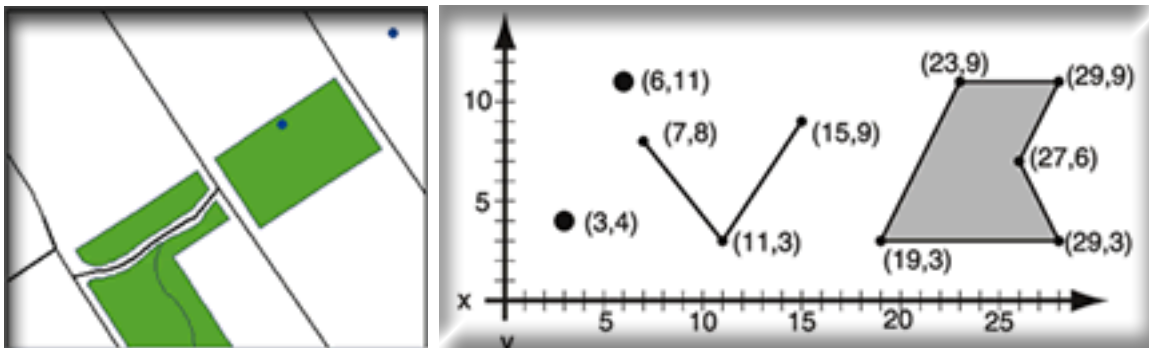


Figura 3.- Modelos de datos vectoriales en los Sistemas de Información Geográfica (ArcGis Desktop Help, 2005).

2.2.2.2.- MODELO RASTER

La información es representada por cuadrículas mejor conocidas como píxeles, que son unidades homogéneas de información espacial, ya que establecen localización por un sistema de referencia de filas y columnas (Ver figura_4) (Chico-Avelino, 2010). Por ser representaciones de la realidad, es de suma importancia establecer el tamaño o resolución de los píxeles. Para estos fines, Star y Estes (1990) proponen que “la longitud del píxel o unidad base de la rejilla raster, debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar de todas las existentes de la realidad”.

A pesar de que las celdas se unen formando una malla, no existe relación entre ellas (cada pixel puede tener un valor diferente), porque a diferencia del modelo vectorial, las fronteras de las regiones o áreas se definen implícitamente y no se reconocen a menos que se aplique un algoritmo de detección de las mismas (Montoya-Ayala, 1998).

Existen del mismo modo que en el modelo vectorial, varias estructuras de datos para la organización raster, las diferencias entre ellas están en cómo se almacena la información.

En la representación de variables continuas (Modelos digitales de Elevación, Relieve, Pendiente, Temperaturas, Precipitación, etc.), se dan con mayor precisión en los sistemas Raster en función del espacio (Montoya-Ayala, 1998).



Figs 4.-Modelo Raster (Sarria, 2006).

2.2.3 FUNCIONES

Los componentes lógicos en los que se pueden resumir los Sistemas de Información Geográfica son los siguientes (Bosque, 1995):

a) Entrada de información: Entre las fuentes de información para los SIG están los mapas análogos, imágenes de sensores espaciales y fotografías aéreas, lo que implica que esta información debe ser homogeneizada y corregida para poder ser introducida en el mismo formato en el sistema, conservando sus características temáticas asociadas.

b) Gestión de datos: Hace referencia a lo concerniente organización de los datos espaciales y temáticos en una o varias bases; además de las consecuentes operaciones de almacenamiento y recuperación de los datos.

c) Transformación y análisis de datos: Son las que proveen nuevos datos a partir de los existentes originalmente. El usuario define que datos utilizará y como lo hará. Con base en ello puede construir los modelos cartográficos (con las operaciones que utilizan los datos espaciales de diferentes maneras) para resolver problemas espaciales determinados.

d) Salida de datos: El formato de salida dependerá de los requerimientos del usuario. Las más frecuentes son: mapas analógicos, tablas de valores, gráficos, representaciones tridimensionales, o bien mostrar el resultado de determinadas aplicaciones. La presentación se obtiene a través de impresoras, plotters o conversores fotográficos, o por monitores gráficos.

2.2.4 APLICACIONES

“La aplicación de un SIG solamente es limitada por la imaginación de quien lo usa”
Jack Dangermond, Presidente de ESRI

La potencialidad de los SIG para resolver problemáticas básicas puede ser dividida en las siguientes categorías:

Localización: Un SIG puede usarse para realizar inventarios de objetos o fenómenos en un territorio determinado. Evidencia las superposiciones de capas temáticas y su proximidad entre sí, mostrando lo que se encuentra en algún punto, por ejemplo:

- Modelización ambiental (Arcillas, 2002).
- Planificación y gestión ambiental (Arcillas, 2002).
- Intersección de datos geográficamente referenciados (Donovan *et al.*, 1987).
- Análisis de la proximidad espacial (Donovan *et al.*, 1987).
- Elaboración de inventarios y apoyo en la gestión de los recursos naturales con base en cartografía temática (Mapas de conservación de recursos naturales, riqueza y densidad de especies, etc.), (Arcillas, 2002).

Condición: se refiere al lugar en que se presenta un fenómeno en específico, en otras palabras, indica el lugar que cumpla unas determinadas condiciones.

- Capacidad del territorio a una intervención humana concreta (para una evaluación de impacto ambiental), (Montoya-Ayala, 1998).
- Caracterización espacial de datos (por ejemplo distancia, área y volumen) (Johnson, 1990).
- Estudio de sistemas de drenaje (Montoya-Ayala, 1998).
- Encontrar el mejor hábitat para un tipo de especie (Donovan *et al.*, 1987).

Tendencias: realiza una comparación de la información en una temporalidad diferente y su evolución.

- Detectar cambios como el uso de suelo, cubierta vegetal, distribución y diversidad de las especies, condiciones atmosféricas, clima, etc. (Montoya-Ayala, 1998).
- Estudios ambientales y de análisis del paisaje (Arcillas, 2002).
- Detección de cambios (Donovan *et al.*, 1987).
- Control de los bosques (Berry y Sailor, 1981).

Rutas: Muestra el camino óptimo (el más corto, más barato, o más rápido) entre dos puntos a través de una red para un evento específico.

- Evaluación del flujo y velocidad del tráfico para rutas óptimas de medios de transporte a diferentes horas (Montoya-Ayala, 1998).

Pautas: Ciertas regularidades espaciales pueden ser detectadas con la ayuda de un SIG, por ejemplo, que patrones de distribución espacial presentan los casos de cáncer en torno a una central nuclear en la que se ha producido un accidente.

- Patrones de distribución espacial atribuidas a un fenómeno (Montoya-Ayala, 1998).
- En actividades agrícolas y su incidencia en la contaminación de las aguas y el suelo (Lee, 1985).

Modelos: Es una tendencia de simulación o premonición a cierto evento. Se pueden generar modelos para simular el efecto que producirían posibles fenómenos o actuaciones en el mundo real, por ejemplo, que sucedería si se construyera un nuevo tramo de autopista o si se produjera un aumento de dos metros en el nivel de las aguas del mar.


- Análisis de simulación de fenómenos complejos (tasa de deforestación, de riesgos y de impacto ambiental) (Arcillas, 2002; Donovan et al., 1987).
- Simular consecuencias ocurridas en una población de organismos a causa de cambios medioambientales (Johnston y Naiman, 1990).
- Planificación del mejor sitio para una construcción (vertedero de residuos sólidos urbanos, de una fábrica, un cultivo, etc.) (Montoya-Ayala, 1998).

2.2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MEDIO AMBIENTAL

Una vez establecido lo que es un SIG y la importancia que éste tiene en la planificación física y ecológica se puede definir un sistema de información geográfica medio ambiental (SIGMA) como:

“Conjunto de herramientas geoinformáticas que almacenan información del medio biótico (ej. Riqueza específica, abundancia relativa, distribución de especies de flora y fauna), del medio abiótico (ej. Geología, edafología, hidrografía, clima) y del medio socioeconómico (Estructura y condición social, condición económica e histórico-cultural), cuya gestión y análisis de datos permite la salida de información temática que permite obtener una caracterización medioambiental, que puede utilizarse en la planificación del manejo y gestión de los recursos naturales”

3 ANTECEDENTES

 Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están demostrando un fuerte crecimiento en todos los ámbitos: gestión de distritos sanitarios, de parques de vehículos de emergencia, de recursos policiales, de planes de emergencia en Protección civil, etc. Por ejemplo está el proyecto SIGLerma gestionó la información geográfica del municipio de Lerma para la Administración 2009-2012 a través de la creación de un repositorio de datos geográfico en la Secretaría Técnica, de fácil acceso montada en la red local.

Con esta herramienta geo-informática se administraron servicios públicos e infraestructura municipal y sirvió de enlace para agilizar atenciones a la ciudadanía (Némiga y Hernández, 2011). O bien, Monroy y colaboradores (2008) presentaron un análisis de la actuación de las autoridades locales del municipio San Mateo Atenco, Estado de México en materia de riesgos y desastres, así como la forma en que la población afectada percibe dicha actuación.

Y es en vista de la variabilidad y potencialidad que los SIG han demostrado en numerosos proyectos, que existen estudios enfocados a conocer el manejo de hábitats de manera integral mediante el análisis espacial, tal como lo es el trabajo de Sanchez (2014) con la elaboración de un SIGMA para el municipio de Cuautitlán Izcalli y su aplicación en modelos territoriales, o el trabajo de Ugalde (2008), en el que se ve el manejo integral del geosistema del manglar dentro de la reserva de la biosfera de ría Lagartos, Yucatán. Para lograr ese cometido se seleccionaron en gabinete diversas fuentes de información (en papel y digital) tales como libros, mapas, revistas, así como bases de datos, cuyo contenido se corroboró mediante recorridos de campo en la zona de estudio.

Para estudios como este, resulta imprescindible un adecuado monitoreo ambiental. Existen propuestas para fortalecer estos sistemas y resolver problemas detectados para ofrecer una instrumentación administrativa adecuada para el progreso del manejo integral ecosistémico, tal como lo es el trabajo de Perevochtchikova (2008), que evocada al caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, con énfasis en lo hidrológico; detectó avances y limitaciones en el sistema.

No obstante, estas limitaciones pueden ser de diversas índoles. Por esta razón, Aceves indica que en el desarrollo sustentable es necesario incluir las variables naturales y político-sociales que permitan detectar la vulnerabilidad en un territorio. Así mismo, Alvarado y Reynoso (2008) describieron los elementos ambientales de diagnóstico de la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala para determinar el estado actual y propuestas para la conservación del suelo, proporcionando información importante para los tomadores de decisiones de los diferentes niveles de gobierno.

Un ejemplo de variables político-sociales se encuentra en el trabajo de Moreno y colaboradores (2008), recopilaron información a nivel municipal a partir de fuentes bibliográficas y bases de datos biológicos, mismos que procesaron en un sistema de información geográfica con herramientas estadísticas, para obtener mapas a nivel municipal con la diversidad biológica y cultural, y los datos del índice biocultural (interrelación que existe entre diversidad biológica, cultural y lingüística).

O bien un ejemplo de las variables naturales a incluir en los estudios de diagnóstico y caracterización está en los factores topográficos, tal como lo describen Benavides y Montoya (2008) que caracterizaron y valoraron el territorio y el paisaje del Estado de México en términos de calidad y fragilidad (por medio de un análisis cartográfico y mediante el estudio de los ecosistemas implicados) con el fin de lograr una gestión y conservación óptima de los espacios naturales. El diseño arrojó que las áreas de cumbres y laderas y aquellas de relieve más accidentado son las de mayor calidad del paisaje entretanto las áreas correspondientes a gran parte de la porción oriente del territorio mexiquense y las proximidades de las zonas volcánicas presentan la mayor fragilidad paisajística.

Y en ese contexto, una de las limitantes que más tiene que ver en la valorización del territorio y en el cuidado de los ecosistemas presentes es el cambio de uso de suelo y vegetación, ya que involucran variables tanto naturales como político-sociales. Es por eso que se ha desarrollado estudios que determinan las zonas sujetas a cambio de uso de suelo a grandes escalas (Palacio y colaboradores (2008) que analizando dos municipios identificaron a los centros urbanos como elementos más importantes que determinan la distribución de la agricultura de temporal), y otros a escalas locales (Aguirre-Gómez y colaboradores (2008), mostraron una fragmentación importante de la región, un aumento de las zonas urbanas y de cultivo así como la disminución de las zonas de manglares y selvas bajas en la región de Coatzacoalcos, Veracruz).


Y es a partir de una caracterización más idónea de éstos factores que se pueden realizar propuestas de desarrollo sostenible, tal como se describe en el trabajo de Reyes (2008) quien elaboró una propuesta de aprovechamiento sustentable del mezquite en el municipio de Rio Verde, San Luis Potosí con base en una revisión documental y en línea, consulta de cartas, ortofotos, muestreo de vegetación para determinar el potencial del lugar, encuestas y entrevistas. Con la información recopilada construyó una base de datos y propuso estrategias y acciones de conservación de manera que se aproveche de manera óptima. Reyes observó que las poblaciones de mezquite se han visto afectadas debido a los cambios de uso de suelo para obtener leña combustible y madera, además que técnicas inadecuadas, como desmonte clandestino y la apertura de nuevas tierras al cultivo, ha originado áreas improductivas.

En cuanto a las propuestas que están directamente relacionadas con los servicios ecosistémicos los trabajos aún son escasos, no obstante se ha visto estudios correlacionales favorables. Por ejemplo Martínez (2011) en el 2011 evaluó el efecto de perros llaneros en la provisión de servicios ecosistémicos de los pastizales del norte de México, donde se vio que los pastizales con perros llaneros tuvieron las tasas de infiltración de agua más rápidas, los suelos menos compactos, mayor cobertura vegetal y forraje disponible, menor erosión del suelo, menos tipos de plantas asociadas con el sobrepastoreo como el mezquite, menor proporción de suelo desnudo y mayor contenido de carbono en el suelo.

O bien, Santiago (2010) discutió el significado de la dimensión económica y política de los servicios ecosistémicos (hídricos, captura de carbón y biodiversidad) de San Bartolomé Loxicha, Oaxaca, México, indicando que estos son un medio para apoyar proyectos de conservación ecológica, circuitos de aprovechamiento sustentable de ecosistemas, funciones ambientales y programas de manejo de recursos naturales con criterios ecológicos.

Así mismo, en el trabajo de Clerici y colaboradores (2014) realizaron un análisis del cambio de la capacidad de otorgar servicios ecosistémicos en áreas de la ribera europea que se ha generado como consecuencia de cambios del uso de suelo y vegetación entre los años 2000 y 2006. Para esto se utilizó de referencia la clasificación de la cobertura de suelo del proyecto CORINE, para toda la región Europea. No obstante, se omitieron los servicios ecosistémicos culturales para evitar la alta generalización que se puede introducir al ignorar preferencias culturales intrínsecamente presentes en las localidades del territorio municipal.

4 JUSTIFICACIÓN



Acorde al reporte de la Gaceta Municipal (2012), el territorio de Nicolás Romero tiene una gran riqueza natural, contando con tres áreas naturales protegidas. Una ventaja de su existencia está en la provisión de servicios ecosistémicos a nivel regional, tales como recarga de mantos acuíferos, evita la erosión del suelo, protección de la biodiversidad, sumideros de CO₂, entre otros.

Sin embargo, la localización del municipio facilita la comunicación con una sección del norte del Estado de México y algunos límites con el Estado de Hidalgo y el Distrito Federal. Esta situación provoca demanda de servicios e infraestructura urbana suficientes para abastecer a la metrópoli acorde a la Gaceta del Gobierno (2014), que sin una gestión adecuada puede provocar impactos graves en el entorno por el cambio de uso de suelo y vegetación y una consecuente degradación de la provisión de servicios ecosistémicos.

A pesar de las políticas y estrategias con las que Nicolás Romero cuenta respecto al Ordenamiento Ecológico Local, y su inclusión en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México, publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México del 04 de junio de 1999, y con la actualización del 19 de diciembre de 2006; la manera en la que se han estado gestionando los recursos naturales conlleva a la degradación ambiental, trayendo como consecuencia la deforestación y contaminación de cuerpos de agua (en especial la Presa Guadalupe y la Concepción) (Gaceta Municipal, 2012).

Por lo tanto, los diferentes órdenes de gobierno, el sector académico y los profesionistas tienen un papel importante en la identificación de la problemática ambiental y la responsabilidad de generar información actual y completa respecto a temas prioritarios de orientación al desarrollo sobre términos de sostenibilidad como son el uso, conservación, preservación y restauración de los servicios ecosistémicos, para generar propuestas a incluir en la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado.

Para éstos fines, ya existen estudios previos del territorio que proveen de información multidisciplinaria y espacialmente referenciada. Sin embargo, para generar planes de manejo territorial bien fundamentados, resulta necesario recopilar, analizar, sintetizar y evaluar la información de los subsistemas físico, biológico, social, cultural y económico.

No obstante, una de las principales deficiencias de la información geográfica existente es que ésta se genera, actualiza, respalda y ordena de diferentes maneras, lo que dificulta su uso pertinente, puesto que la variedad de escalas, archivos de salida, formatos, formas de respaldo, entre otros provocan la pérdida de información geográfica, lo que resalta la necesidad de homologación de la misma y la importancia de comenzar a plantear la implementación o mejora de un SIG a escalas grandes como lo es la municipal (Némiga y Hernández, 2011), fines para los cuales el presente trabajo consideró el uso de un SIGMA.

Desde ese punto, los cambios en el uso de suelo y vegetación son posiblemente los más claros y más informativos indicadores del cambio de estado y características en los sistemas ambientales. Por ese motivo, la valoración de la dinámica de uso de suelo se reconoce como fuente de información de alta relevancia para la planeación, conservación y manejo del medio ambiente (Clerici *et al.*, 2014).

5 OBJETIVO

5.1 OBJETIVO GENERAL



valuar la dinámica de cambio de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero en tres años diferentes (1970, 2005, 2011) y sus implicaciones en la provisión de servicios ecosistémicos por medio de un SIGMA.

5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Elaborar cartografía temática del medio natural (subsistema biótico y abiótico) y del medio socioeconómico (estructura y condición social, condición histórico-cultural y condición económica) del municipio.
- 2) Detectar espacialmente las zonas sujetas a cambio de uso de suelo entre los años 1970 a 2011.
- 3) Proponer modelos territoriales para evaluar la calidad y fragilidad de la vegetación.
- 4) Aplicar modelos territoriales para describir la integridad ecológica del municipio del año 2011.
- 5) Describir la capacidad del municipio de proporcionar servicios ecosistémicos en tres temporalidades (1970, 2005, 2011).

6 HIPÓTESIS



Si existen cambios en el uso de suelo en el periodo 1970 al 2011 en los que aumenten las actividades antrópicas, entonces, la integridad ecológica, y por ende la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos habrá disminuido.

7 METODOLOGÍA

7.1 DATOS



Se incluyeron datos del medio natural y medio socioeconómico (presente y adyacente a los límites municipales). En la medida de lo posible, se procuró trabajar con los datos derivados de cartografía temática de escalas más grandes, además de los datos censales de INEGI (2005 y 2010).

En caso de las normales climatológicas se incluyeron los datos existentes, de estaciones presentes y adyacentes a los límites municipales en un radio de 50km partiendo del centroide.

Para el registro de flora y fauna se hizo una búsqueda de la información más actual posible proveniente de estudios realizados en el municipio, publicaciones del gobierno y bases de datos de servidores como CONABIO.

7.2 ÁREA DE ESTUDIO

7.2.1 HISTORIA

Los asentamientos humanos en la región datan desde la época prehispánica, siendo los primeros habitantes clanes pertenecientes al pueblo Otomí. Existe evidencia que para el año 900 D.C., ya existían algunos poblados en el territorio, entre ellos Magú y Cahuacán. El nombre del municipio ha evolucionado en conjunto con el país (*Ver tabla_3*). Actualmente el gentilicio de los habitantes de Nicolás Romero es NICOLASROMERENSES (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014).

Tabla 3.- Cambios en el nombre de la cabecera municipal (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014).

Tiempo	Nombre
Prehispánica	Azcapotzaltongo
Colonial	San Pedro Azcapotzaltongo
El 18 de Abril de 1898	Villa Nicolás Romero
El 11 de septiembre de 1998	Ciudad Nicolás Romero



Figura 5.- Jeroglífico de Nicolás Romero (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014).

Su jeroglífico es una hormiga rodeada de huevecillos, que representan los pueblos sujetos a él; éstos se encuentran sobre las piernas de la diosa de la abundancia (*ver figura_5*). Y su escudo (*ver figura_6*) se encuentra enmarcado en la parte superior con ornato en color oro, el centro se divide en tres secciones, las dos secciones superiores representa, la de la izquierda un paisaje con campos y montes, un río, un maguey, en primer tiempo, un árbol y una mazorca que simbolizan la flora, orografía e hidrografía de la región que comprende el municipio; la sección de la derecha, representa una fábrica coronada por montañas, símbolo de la tecnología y del que este municipio fue pionero en la industrialización que se

inicia en la segunda mitad del siglo XIX y un sol con rayos de color rojo y amarillo, sol que hace posible la vida y que era uno de los dioses principales de nuestros antepasados indígenas. La sección inferior contiene unos libros, una pala, una guadaña y una rueda, que representa la cultura, el trabajo y el progreso, respectivamente.

La orla ostenta en el rectángulo la simbolización de los pueblos del municipio, que están representados por otras tantas hormigas situadas a los lados de un pequeño hormiguero. Remata el escudo en la parte superior con las iniciales de San Pedro Atzacapotzaltongo y en el círculo central las de ciudad Nicolás Romero, que es el nombre de la cabecera municipal. Predominan en el escudo los colores rojo, verde, azul, amarillo y oro, contiene además la leyenda que dice “unidad, cultura, progreso”, como meta de los habitantes del municipio de Nicolás Romero (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014).



Figura 6.- Escudo de Nicolás Romero (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014).

7.2.2 LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El municipio que se trabajó es Nicolás Romero, ubicado entre las coordenadas externas 14Q472233 2163244 y 14Q444107 2178863 UTM, comprendiendo una superficie de 235.7 Km², a una elevación de 2,387 msnm representando el 1.05 % de la superficie total del Estado de México (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014). Colinda al Norte con los municipios de Villa del Carbón y Tepetzotlán; al Este con Cuautitlán Izcalli; al Sur con Temoaya, Isidro Fabela y Atizapán de Zaragoza y al Oeste con Jiquipilco (*ver figura_7*).

El Estado de México está dividido en 16 regiones socioeconómicas, y Nicolás Romero forma parte de la Región VIII junto a los municipios de Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzongo y Naucalpan de Juárez, siendo el municipio de extensión mayor y el segundo más grande en población (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014).

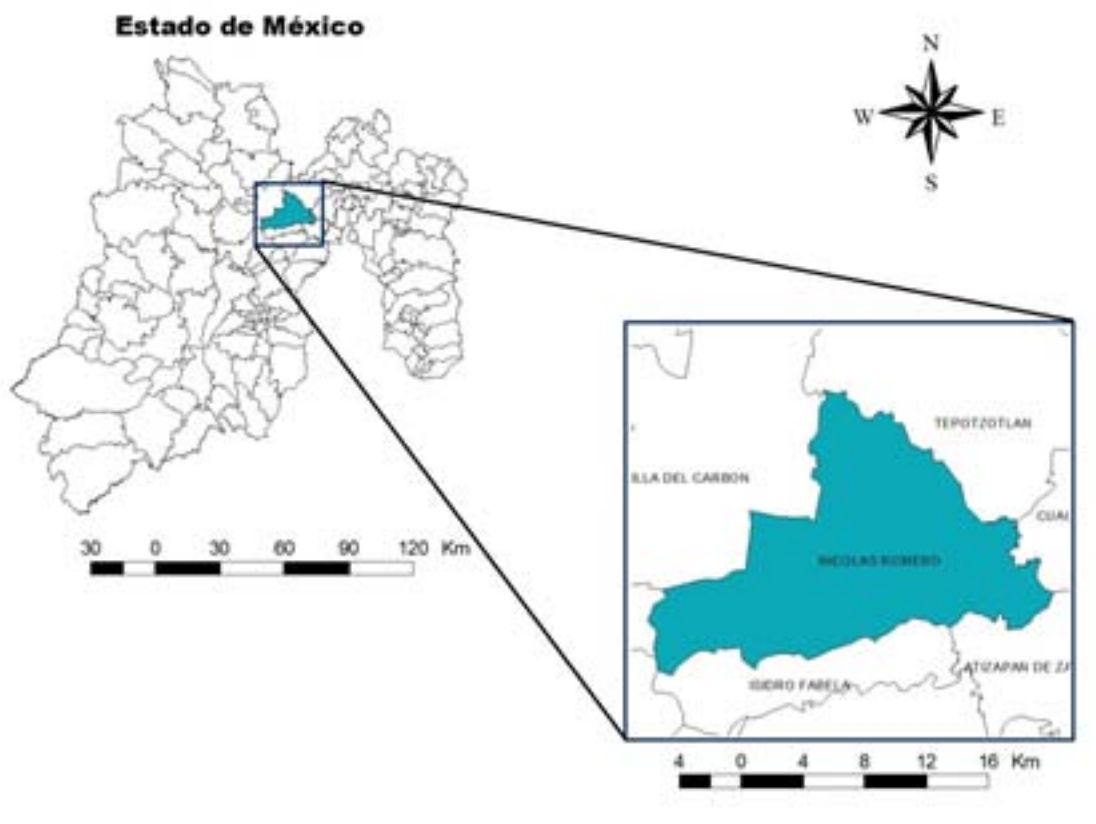


Figura 7.- Localización del municipio. Elaboración propia.

7.2.3 CLIMA

La clasificación climática catalogada como templado subhúmedo con subtipos de mayor humedad (Las localidades de San Francisco Magú, San José del Vidrio y Cahuacán), humedad media (cabecera municipal) y clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano (parte poniente) (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.4 TOPOGRAFÍA

Nicolás Romero tiene cambios altitudinales (1,100 a 2,600 msnm), formando parte de la Sierra de Monte Alto, de la cual se derivan cerros como El Escorpión, Tres Piedras, El Águila, El Negro, Río Frío, Peñas de San Isidro y Peña Blanca (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.5 GEOLOGÍA

En esa extensión territorial se pueden encontrar rocas Ígneas Volcánicas de tipo Andesita (21 %), Brecha Volcánica Andesítica (11 %) y tipo Toba (9 %). Y de rocas sedimentarias, el mayor porcentaje del municipio (53 %), es de Arenisca y Toba, y en minoría se encuentran las de tipo Residual (3 %) y las de tipo aluvial (1.66 %) (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.6 EDAFOLOGÍA

En cuanto a los diferentes tipos de suelo, se destacan los Vertisoles, Feozem, Andosol, Luvisol y Acrisol (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.7 USO DE SUELO

El 17,7 % del territorio, (4,120 ha) representan zonas agrícolas y actividades agropecuarias (ganado bovino, caprino, equino y aves de corral). Los bosques representan el 49 % (11,496 ha), al que se puede sumar el 13 % destinado a los pastizales. (3,126.7 ha). El área urbanizada representa casi el 20 % del municipio (4,429 ha) (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.8 FLORA

Se cuenta con 586 especies de angiospermas (de las que 16 son acuáticas), 60 variedades de briofitas, 9 de coníferas, 33 variedades de hongos, y vegetación forestal (bosques de pino, pino-encino, de galería y pastizales) (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.2.9 FAUNA

Con respecto a la fauna existen registros de 6 especies de anfibios, 11 de artrópodos, 18 de mamíferos, entre los que encontramos roedores, murciélagos y musarañas localizados en los bosques de coníferas y encinos cercanos a la Cabecera Municipal y Cahuacán. Coyotes, mapaches, zorrillos, liebres, conejos, ardillas, comadreas y garza ganadera principalmente en la zona agrícola.

17 Especies de reptiles entre los que encontramos culebras terrestres, eslizón de cope, culebra listonada de montaña, serpientes y en cuanto a los peces no existe un estudio profundo de estas especies por parte de la CONABIO, sin embargo se pueden encontrar carpas, trucha arcoíris y en algunos casos ajolotes, especie en peligro de extinción (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013).

7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN ANÁLOGA Y DIGITAL

- Cartas de uso de suelo y vegetación E14a28 y E14a29 escala I: 50,000 (INEGI, 1970a, 1970b).
- Cartas edafológicas E14a28 y E14a29 escala I: 50,000 (INEGI, 1976a, 1976b).
- Cartas geológicas E14a28 y E14a29 escala I: 50,000 (INEGI, 1975a, 1975b).
- Censo de Población y Vivienda (2010a), ITER-INEGI.
- Censo de Población y Vivienda (2005a), ITER-INEGI.
- Datos vectoriales de usos de suelo y vegetación escala 1:250,000 (INEGI, 2005b).
- Datos vectoriales de usos de suelo y vegetación escala 1:250,000 (INEGI, 2011).
- Imágenes pancromáticas de la interfaz de Google Earth (2014).
- Continuo de Elevaciones Mexicano (INEGI, 2013)
- Normales climatológicas de 64 estaciones meteorológicas (SMN, 2010).
- Red Hidrográfica 2.0 escala 1:50,000 (INEGI, 2010b).

7.4 SOFTWARE

- ArcView 3.1.
- Google Earth.
- Microsoft Excel.
- Quantum Gis.

7.5 ÍNDICES Y MODELOS

a) Sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1988) (Ver anexo_IV).

b) Índice pluviométrico de Lang (Martínez, 2008):

$$\text{Índice de Lang} = P/T$$

P = Total de precipitaciones anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

Si el resultado está entre:

0 y 40: Clima es árido

40 y 160: Clima es húmedo

>160: Clima muy húmedo

c) Índice de aridez mensual de Gausson (Martínez, 2008):

P = Precipitación Media (mm)

T = Temperatura Media (°C)

Mes es seco si: $P < 2T$

Mes es húmedo si: $P > 3T$

d) Tasa de crecimiento anual geométrico simplificado por Bocaz (Sánchez, 2014):

Donde:

$$r = \left(\frac{2}{k}\right) \times \left(\frac{p^{t+n} - p^t}{p^{t+n} + p^t}\right)$$

r = Tasa de crecimiento anual geométrico (simplificado por Bocaz)

p^{t+n} = Población al momento actual

p^t = Población al momento inicial o población base

k = Amplitud o distancia en el tiempo entre las dos poblaciones de referencia

e) Índice de antropización (Muñoz, 2009):

Refiere a la relación entre cubiertas del terreno naturales con respecto de las coberturas que resultan de la actividad humana. El índice permite una primera aproximación hasta el grado de impacto global expresado a través de la relación cobertura natural/no natural. La relación en superficie de ambas categorías representa el grado de antropización del territorio.

f) Índice de Clark-Evans (Rn) (Muñoz, 2009):

$$Rn = 2d\sqrt{N/S}$$

Donde:

D=distancia promedio de cada asentamiento con respecto al más próximo

S=superficie del municipio

N=número de localidades

g) Razón de dependencia (Consejo Nacional de Población, 2015):

$$RD = \frac{p^{0-14} + p^{65+}}{p^{15-64}} \times 100$$

Donde:

RD= Razón de dependencia

P0-14 = población de 0 a 14 años

P15-64 = población de 15 a 64 años

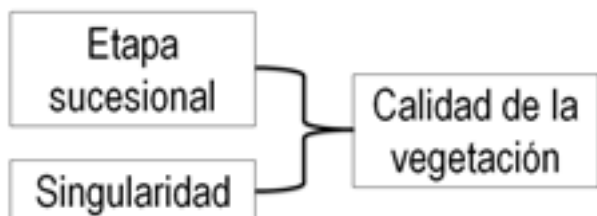
P65+ = población de 65 años o más

h) Matriz de transición de uso de suelo y vegetación (Trinidad, 2012):

SUPERFICIE	Porcentaje de cambio			
A1: Cobertura (1970)	B1: porcentaje inicial 100%	C1: porcentaje inicial (1970)	*	*
A2: Cobertura (2005)	B2: porcentaje 2 (2005)	C2: porcentaje 2 (2005)	D2: Porcentaje de cambio respecto a 1970	*
A3: Cobertura (2011)	B3: porcentaje 3 (2011)	C3: porcentaje 3 (2011)	D3: Porcentaje de cambio respecto a 2005	E3: Porcentaje de cambio respecto a 2005
A4: Área del municipio	*	*	*	*

B1: 100%	*	*	*
B2: ((C2*B1)/C1)	C2: ((A2*C1)/A1)	D2: B1-B2	*
B3: ((C3*B1)/C1)	C3: ((A3*C1)/A1)	D3: B1-B3	E3: (100- ((B3*100)/B2)

i) Modelo base de calidad y fragilidad de la vegetación (Secretaría General de Medio Ambiente, 2004):



Superficie ocupada: en número de píxeles.
Localización: número de unidades de la misma agrupación vegetal.

Etapa sucesional: Estratos de mayor proximidad al climax, mayor número de especies o estratos presentes en la unidad.

Singularidad: Endemismos y formaciones raras.

Distancia a núcleos urbanos y carreteras: con Buffers de 400 m

Capacidad de respuesta: Capacidad de absorción con base en la diversidad, estado natural y reversibilidad.



Fragilidad genérica: En función de la distribución y presentación.

Accesibilidad: con base a la proximidad de núcleos urbanos y/o carreteras

Fragilidad de la mancha: combinación de la accesibilidad y capacidad de respuesta

j) Modelo de valoración de servicios ecosistémicos (Clerici et al., 2014):

$$SEE_c = \sum_{j=i}^i SEE_j, c$$

Donde:

SEE = Servicios ecosistémicos específicos

c= Categoría de uso de suelo y vegetación (**Ver tabla_38**)

j = indicador (**Ver tabla_39**)

$$CSE = \sum_{c=1}^M CSEc = \sum_{c=1}^M Ex * SEEc$$

Donde:

CSE = Capacidad de servicios ecosistémicos

c= Categoría de uso de suelo y vegetación (Ver tabla_38)

j = indicador (Ver tabla_39)

Ex = Superficie de la categoría de uso de suelo y vegetación (Ver tabla_40).

M = Número de categorías de uso de suelo y vegetación (Ver tabla_40).

$$dCSE = \frac{CSE t1}{CSEt0} X 100$$

Donde:

dCSE = índice de diferencia de capacidad de servicios ecosistémicos

CSEt₀ = Capacidad de servicios ecosistémicos en tiempo 0.

CSEt₁ = Capacidad de servicios ecosistémicos en tiempo 1.

7.6 VARIABLES

El medio natural corresponde a los subsistemas biótico y abiótico. El subsistema biótico comprende de: 1) Riqueza específica, presencia y el estatus de protección acorde a la UICN, CITES y la NOM-059 de especies de flora y fauna (únicamente cordados) presentes en el municipio, y 2) Acervo de las áreas naturales protegidas pertenecientes al municipio.

Para establecer categorías de riesgo se tomaron en cuenta tres instrumentos de política ambiental, 2 a nivel internacional y uno a nivel nacional:

1) De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma (SEMARNAT, 2010).

2) La Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN, como inventario mundial, permite alertar al respecto del estado de la biodiversidad mundial; sus aplicaciones a nivel nacional permiten a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies. La información de la Lista Roja indica que la fuente de nuestros alimentos, medicinas y agua potable, además de los medios de subsistencia de millones de personas, podrían estar en riesgo con la rápida disminución de las especies animales y vegetales del mundo. La Lista muestra que de las 63,837 especies evaluadas 19,817 están amenazadas por la extinción, incluyendo el 41 % de los anfibios, 33 % de los corales formadores de arrecifes, 25 % de los mamíferos, 13 % de las aves y 30 % de las coníferas. La Lista Roja de la UICN es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014)

3) La CITES somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. Cada Parte en la Convención debe designar una o más Autoridades Administrativas que se encargan de administrar el sistema de concesión de licencias y una o más Autoridades Científicas para prestar asesoramiento acerca de los efectos del comercio sobre la situación de las especies (Cites, 2013).

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente sobre circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (Cites, 2013).

El subsistema abiótico comprende una caracterización de: 1) geología, 2) edafología, 3) pendiente, 4) topografía (conjunto de a) relieve, b) orientación del terreno, c) sombreado topográfico), 5) hidrografía (Cuencas, subcuencas y escorrentías superficiales), y 8) clima (temperatura máxima, media y mínima normal anual, mensual y diaria (°C) precipitación normal máxima anual, mensual y diaria (mm), evapotranspiración normal anual (mm), número de días con lluvias).

7.7 DISEÑO

El estudio es tipo observacional, retrospectivo, transversal, descriptivo (Fase I y Fase II). Además de tener una variante tipo experimental, longitudinal descriptiva y comparativa (Fase III).

7.8 PROCEDIMIENTO

FASE I- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se recopiló información existente del medio natural y socioeconómico. Se hizo un registro del formato de entrada y el sistema de proyección se homologó a UTM con un datum WGS84; toda la información fue almacenada en proyectos del software ArcView 3.1.

En el caso de las cartas temáticas E14a28 y E14a29, y las imágenes pancromáticas, los datos se digitalizaron y almacenaron en formato fichero de formas. La información documental se transcribió en bases de datos de Microsoft Excel, y se guardaron como textos delimitados por tabuladores.

La información de origen raster se homologó a una resolución de 25m por pixel.

Para el análisis climático se construyeron 13 bases de datos y en cada una los datos mensuales y anuales de la variable que se trate.

La base de datos de flora se construyó con la familia, nombre científico, nombre común, forma de vida, estatus de protección de acuerdo con la NOM-059, CITES, UICN, presencia, coordenada del centroide del polígono en que fue encontrada y la referencia.

En el caso de la fauna, los datos registrados fueron clase, familia, nombre científico, nombre común, estatus de protección de acuerdo con la NOM-059, CITES, UICN, presencia, coordenada y la referencia.

Los datos censales INEGI-Iter-2010 e INEGI-Iter-2005 fueron descargados del portal de INEGI y transformados a formato numérico para poder manipular la información.

FASE II- ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

El análisis espacial de la información vectorial se realizó con las herramientas Geoprocessing Wizard y Xtools del software ArcView 3.1.

Las curvas de nivel se obtuvieron a una equidistancia de 10m, el sombreado topográfico con un azimut de 315° a una altitud de 45°. Los continuos de datos para las variables de temperatura, precipitación y evapotranspiración, con el método de interpolación IDW.

La cartografía de riqueza de especies se realizó con la digitalización de los polígonos de las áreas de estudio, de ahí con el software Quantum GIS se marcaron puntos al azar que cayeran dentro de los límites del polígono y se le asignó esa georreferenciación a los organismos de cada zona de estudio, con el fin de evitar el empalme de la información.

La cartografía del subsistema social se realizó con la herramienta Chart tomando como georreferencia las coordenadas de cada localidad presente en el municipio.

FASE III- APLICACIÓN DE MODELOS

Los modelos planteados para evaluar la calidad y fragilidad de la vegetación, la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos se realizaron una vez concluida la cartografía temática de los subsistemas previamente descritos.

Para evaluar la dinámica de cambio de uso de suelo se realizaron las reclasificaciones homologadas de información digitalizada y de ficheros de formas disponibles en el portal de INEGI para comparar la superficie (en hectáreas) y pixel por pixel. Los datos vectoriales se rasterizaron con la misma escala que el resto de la cartografía temática (25m).

Para erradicar la unión de las categorías de influencia antrópica y cuerpos de agua encontradas en la información disponible para el año 2011 se usaron datos de la Red Hidrográfica 2.0 de INEGI.

Con base en la superficie de cada cobertura vegetal se realizó una matriz de transición para representar la cantidad y el tipo de cambio en los tres años. Por otra parte, para realizar la propuesta de modelos territoriales para evaluar la calidad y fragilidad de la vegetación, se consideraron las características intrínsecas del municipio, y con base en la literatura se describió cada indicador propuesto.

Una vez aplicados, ambos modelos se fusionaron para obtener un análisis de la integridad ecológica de Nicolás Romero.


Finalmente se aplicó un modelo para realizar la estimación de la capacidad del municipio de proveer servicios ecosistémicos en los tres años para lo cual se hizo una adaptación de categorías a evaluar.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 MEDIO NATURAL

8.1.1 SUBSISTEMA ABIÓTICO

8.1.1.1 VARIABLES ALTIMÉTRICAS

as curvas de nivel han sido por mucho tiempo la forma más común para representar de forma análoga el relieve, que en un mapa topográfico es posible empalmarlas con otros aspectos de la superficie para hacer una interconexión e interpretación de los mismos (Peña, 2013). Sin embargo, existen necesidades de conocimiento que dieron origen a la información digital como una nueva forma de representación del relieve; modelos conocidos como Modelos Digitales del Terreno (Bosque, 1995).

Esto se debe a las numerosas aplicaciones prácticas que existen, por ejemplo conocer la variedad de altitudes, pendientes y orientaciones del terreno permiten inducir la causa de los contrastes locales que afectan directa e indirectamente a procesos biológicos y físicos (Felicísimo, 1999).

Conocer la estructura numérica de datos que representan la distribución espacial de dichas variables cuantitativas y continuas (Felicísimo, 1994) requiere de cálculos más elaborados y complejos que los que se pueden obtener de un mapa topográfico. En ese contexto es que los Modelos Digitales de Elevación, permiten la obtención de resultados de mayor detalle, precisión y calidad, respecto de las clásicas representaciones cartográficas (Olaya, 2004), puesto que son una representación numérica del relieve y una modelación matemática de la topografía de la cual se pueden extraer información de las zonas físicas que el mismo modelo representa (Hengl, *et al.*, 2003), y esa es la razón principal por la que se obtuvo el MDE del municipio de Nicolás Romero (*Ver anexo_I_mapa_1*) para construir los MDT.

De esta manera, en el análisis de la superficie terrestre del municipio, se tuvo como punto de partida los valores de elevación contenidos en las celdas del MDE, para obtener un gradiente altitudinal que va de los 2298.886 msnm hasta los 3702.368 msnm, representado en la cartografía con curvas de nivel a una equidistancia de 10 metros (*Ver anexo_I_mapa_2*).

Éste fue el primer elemento agregado a los modelos digitales del terreno, puesto que las curvas de nivel ayudan a la descripción de las elevaciones en los mapas topográficos y constituye la infraestructura básica del resto de la cartografía temática (Felicísimo, 1999).

Aunado a esto conocer el gradiente altitudinal permitirá el estudio de su efecto sobre las especies de flora y fauna presentes en el municipio, puesto que en la naturaleza se manifiesta un patrón en que la diversidad de plantas leñosas, mamíferos, aves, reptiles, insectos y anfibios disminuye conforme aumenta la altura, fenómeno conocido como la regla de Rapport, que sostiene que la diversidad, las tasas de migración, densidad y endemismo de especies, entre otros, varían con respecto a la altitud y altura del territorio (Alvizu, 2004).

Seguido a esto, se realizó el cálculo de la pendiente, obteniéndose valores que van de los 0.003° hasta los 52.473° de inclinación (*Ver anexo_1_mapa_3*). Resulta de gran relevancia conocer la pendiente en la planificación territorial puesto que el impacto que puede causar un mismo grado de inclinación sobre dos usos de suelo diferentes podría ser favorecedor o perjudicial, y es por eso que existen diferentes propuestas de clasificación (*Ver tabla_4*).

Tabla 4.- Ejemplos de uso de suelo sugeridos acorde al grado de inclinación del terreno.

Referencia	Grado de inclinación	Uso sugerido
López y Blanco, 1976	0 a 7°	Suelo agrícola
	7° a 11°	Cultivo ocasional
	11° en adelante	Suelos forestales
Soil Survey Staff, 1951	0° a 9°	Usos urbanos generales
	0° a 2°	Alcantarillado
	0° a 1°	Aeropuertos y carreteras

Éste tipo de clasificaciones pueden basarse en las consecuencias que se podrían dar respecto a la forma del terreno. Por ejemplo, el municipio en su mayoría tiene una superficie plana, con el 76.85 % con una inclinación menor a 5° , lo que querría decir que el suelo del municipio no se erosiona tan rápidamente, puesto que la productividad del suelo disminuye conforme el grado de erosión aumenta (Sancho y Villatoro, 2006) y es por eso que esa inclinación es apta para amortiguar actividades antrópicas como el uso agrícola o bien el establecimiento del núcleos urbanos.

La información del gradiente altitudinal y la pendiente coincide con lo reportado por Mooser y colaboradores (1974), pues se sabe que Nicolás Romero se ubica en la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces, considerada como una estructura alargada, producto de la tectónica con una orientación hacia el NNW con grandes desniveles, aproximadamente 1500 metros desde la base de la sierra hasta la cima, producto de la tectónica y alineación de volcanes N-S E-W.

Para finalizar con la caracterización morfométrica del municipio, con la información del MDE se calculó la exposición del terreno respecto a las direcciones que conforman un sistema de referencia cartesiano (Ver anexo_I_mapa_4) y se obtuvo el sombreado topográfico (Ver anexo_I_mapa_5) generando una iluminación con un azimut de 315° (dirección del sol partiendo del norte) a una altitud de 45° (dirección del sol respecto al horizonte).

La relevancia de ésta información radica en la existencia de 1) zonas de sombra en regiones montañosas producto del relieve, o bien 2) de zonas de insolación potencial (lugar que puede sobrepasar su tiempo máximo de sometimiento a radiación solar directa en ausencia de nubosidad) que dependen directamente del sombreado topográfico ante una trayectoria concreta al sol. La existencia de éstas zonas son el factor determinante más importante del clima local, y de la distribución de especies basada exclusivamente en criterios geométricos (Felicísimo, 1999).

Si se quisiera realizar un estudio más detallado de distribución potencial de una especie en particular en el municipio, la relación entre cada celda y la superficie de referencia se realizaría mediante los índices de exposición definido como el cociente entre la radiación solar incidente sobre un lugar del terreno y una superficie de referencia horizontal y libre de sombras. El cálculo de los índices de exposición daría un parámetro cuantitativo útil a la hora de comparar las condiciones ambientales en una zona determinada del municipio (Felicísimo, 1999).

8.1.1.2 HIDROGRAFÍA

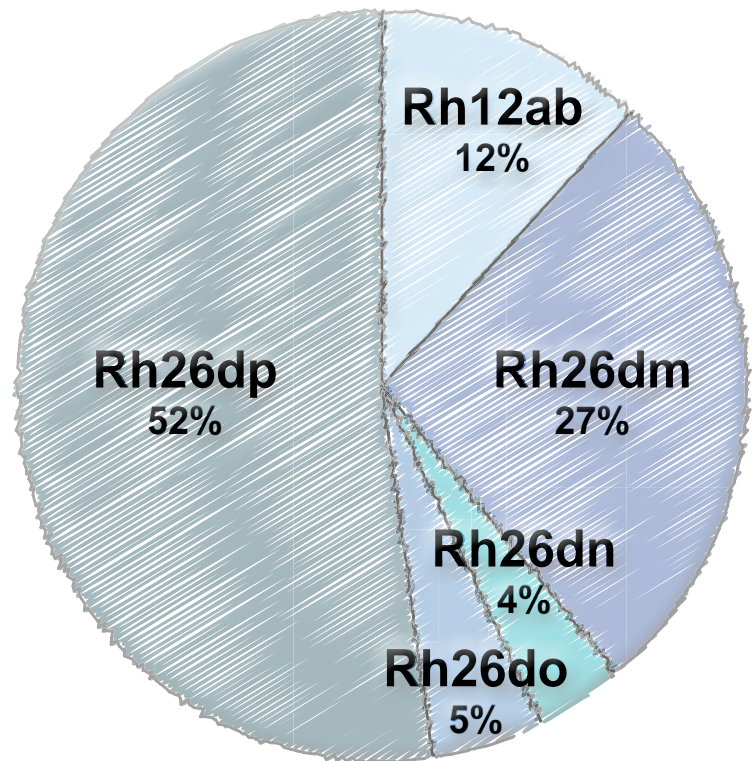
Es la importancia que tiene el agua para la vida la que lleva a la necesidad de hacer un análisis de su disponibilidad, con el fin de conocer las posibilidades o limitaciones que pudiesen existir en el municipio.

Tomando de referencia los datos vectoriales de la Red Hidrográfica 2.0 a escala 1:50,000 de INEGI se realizó la cartografía correspondiente a los aspectos hidrográficos del municipio (*Ver anexo_I_mapa_6*). Nicolás Romero se conforma de segmentos de dos regiones hidrológicas, dos cuencas y cinco subcuencas; y de manera general, el municipio de Nicolás Romero cuenta con 545.57 Km de líneas de flujo, que bien pueden referirse a ríos primarios (cuerpos perennes), ríos secundarios (ríos intermitentes) o líneas centrales (flujos virtuales).

Se denomina línea de flujo al trayecto que, a partir de un punto inicial, seguiría la escorrentía superficial sobre el terreno. A partir del trazado de las líneas de flujo es posible definir la red hidrológica, el área subsidiaria de una celda (conjunto de celdas cuyas líneas de flujo convergen en ella que a su vez definen su caudal máximo potencial), y las cuencas hidrológicas. Las líneas de flujo siguen la línea de máxima pendiente por lo que pueden deducirse de la cartografía de relieve (*Ver anexo_I_mapa_2*) con sus respectivas limitaciones derivadas de la calidad del MDE original (*Ver anexo_I_mapa_1*) (Felicísimo, 1999).

La primer región hidrológica llamada Pánuco (Rh26) abarca el 87.9 % del territorio municipal, en esta se localiza la cuenca R. Moctezuma (d), que a su vez se conforma de las subcuencas El Salto (m) con un 27.41 % de territorio municipal, R. Cuautitlán (n) en un 4.12 %, Tepotzotlán (o) en un 4.48 % y L. Texcoco y Zumpango (p) en un 51.88 %.

REGIONES HIDROLÓGICAS: Lerma-Santiago (Rh12); Pánuco (Rh26). CUENCAS: Lerma-Toluca (a); Moctezuma (d). SUBCUENCAS: R. Otzolotepec – R. Atlacomulco (b); El Salto (m); Cuautitlán (n); Tepotzotlán (o); L. Texcoco y Zumpango (p).



Gráfica 1.- Porcentaje de cobertura de cuencas y subcuencas hidrológicas en el municipio de Nicolás Romero. De Red Hidrográfica INEGI 2.0.

La subcuenca Rh26dm abarca una superficie de 257,094 ha, en la que se localizan 16 cuerpos de agua intermitentes, sumando una superficie de 78.99 ha. Los 9 ríos perennes de esta cuenca suman una longitud de 7.47 Km y los 166 ríos intermitentes una longitud de 87.038 Km.

La subcuenca Rh26dn cuenta con una superficie de 38,517 ha. En esta los cuatro cuerpos de agua intermitentes suman una superficie de 31.85 ha, mientras que los tres cuerpos de agua perennes abarcan una superficie de 233.92 ha. Los 1121 ríos intermitentes suman una longitud de 385.603 Km entretanto los 224 ríos perennes suman una longitud de 59.3 Km. En la subcuenca Rh26dp se registró una superficie de 486,549 ha se encuentra un río intermitente cuya longitud es de 0.48 Km.

Para dar continuidad a la red hidrológica en zonas con cuerpos de agua, se registran flujos virtuales. En Nicolás Romero este tipo de flujo se representa en sitios de la cuenca Moctezuma, pues es en esta cuenca que se encuentran los cuerpos de agua más representativos como son las presas de La Colmena y Lara (que colindan con la presa Lago de Guadalupe del municipio Cuautitlán Izcalli). En la subcuenca Rh26dn los 16 flujos virtuales abarcan una longitud de 3.57 Km, en la subcuenca Rh26dm abarcan 0.558 Km y en la subcuenca Rh26do, cuya extensión es de 42,035 ha, se registran 0.42 Km de la suma de la longitud de 7 de estos flujos.

La segunda región Lerma-Santiago (Rh12), tiene una cobertura del 12.11 %, con una superficie de 113,515 ha en los límites del municipio. Esta superficie está compuesta con la cuenca R. Lerma-Toluca (A) y la subcuenca R. Oztolotepec – R. Atlacomulco (b), cuya extensión es de 113,515 ha. Dentro de este territorio existe un río perenne cuya longitud es de 1.126 Km.

Con esto se puede observar que la región hidrológica Pánuco es la dominante en el municipio y la subcuenca de Texcoco abarca más de la mitad del municipio (**Ver gráfica_1**) y por tanto es la región con mayor cantidad de escorrentías superficiales.

El balance hídrico se establece teniendo en cuenta los cuerpos de agua existentes (tanto subterráneas como superficiales) y el aporte que reciben por parte de la precipitación (Peña-Torrededia *et al.*, 1997). Aunado a esto, la cubierta vegetal es muy influyente en la estabilidad de las laderas por los efectos hidrológicos y mecánicos que la vegetación produce sobre la superficie de las pendientes (Ayala y García, 2008).

Es por eso que resulta necesario hacer una descripción de las características topográficas de las laderas del municipio, pues éstas son las que determinan las pautas por las cuales el agua circulará sobre ellas (Felicísimo, 1999), o en otras palabras, las características topográficas son las que definen hasta dónde llegan las cuencas (delimitaciones geográficas que permiten saber las laderas que alimentan esos cuerpos de agua), y una descripción del uso de suelo y vegetación, porque por un lado la vegetación modifica significativamente la hidrología del suelo debido al papel que juega en la intercepción de la lluvia, la infiltración y la evapotranspiración, repercutiendo a su vez en la cantidad de humedad que el suelo posee (Remondo *et al.*, 2003); y por otra parte la vegetación contribuye en la cohesión y el reforzamiento del suelo por medio de los sistemas de raíces, en la protección de la superficie de la sobrecarga de agua y de la acometida de los vientos (Neaupane y Piantanakulchai, 2006).

También por eso resulta tan importante el MDE, pues contiene información suficiente para definir, al menos en una primera aproximación, las propiedades de la red de drenaje superficial, y por extensión, de la cuenca hidrológica (Felicísimo, 1999).

8.1.1.3 CLIMA

Los continuos de datos para las variables de temperatura, precipitación y evapotranspiración, se generaron con el método de interpolación IDW; considerando las normales climatológicas existentes de los años 1951-2010 del SMN de la CNA, generadas por sesenta y cuatro estaciones meteorológicas automáticas presentes y adyacentes al municipio (*Ver figura_8*).

Existen consideraciones que se aplican a la elección del emplazamiento e instrumentación de las redes térmicas, pluviométricas y de evapotranspiración (World Meteorological Organization, 2008). Por tanto, la CNA estaría obligada a atender estas consideraciones para colocar las estaciones en sitios estratégicos para cuidar la representatividad de los datos, puesto que para las variables meteorológicas en general, cada estación toma datos de un radio aproximado de 5 km, siempre que se trate de un terreno plano (Comisión Nacional del Agua, 2015). Por este motivo, las estaciones meteorológicas automáticas se encuentran dispersas a distancias heterogéneas.

Estos hechos acotaron la selección de las estaciones en el presente estudio en función de un área aproximada de 50 Km² (dentro y fuera de los límites del municipio), para contar con mayor información y así disminuir la incertidumbre de los valores interpolados (Sánchez, 2014).

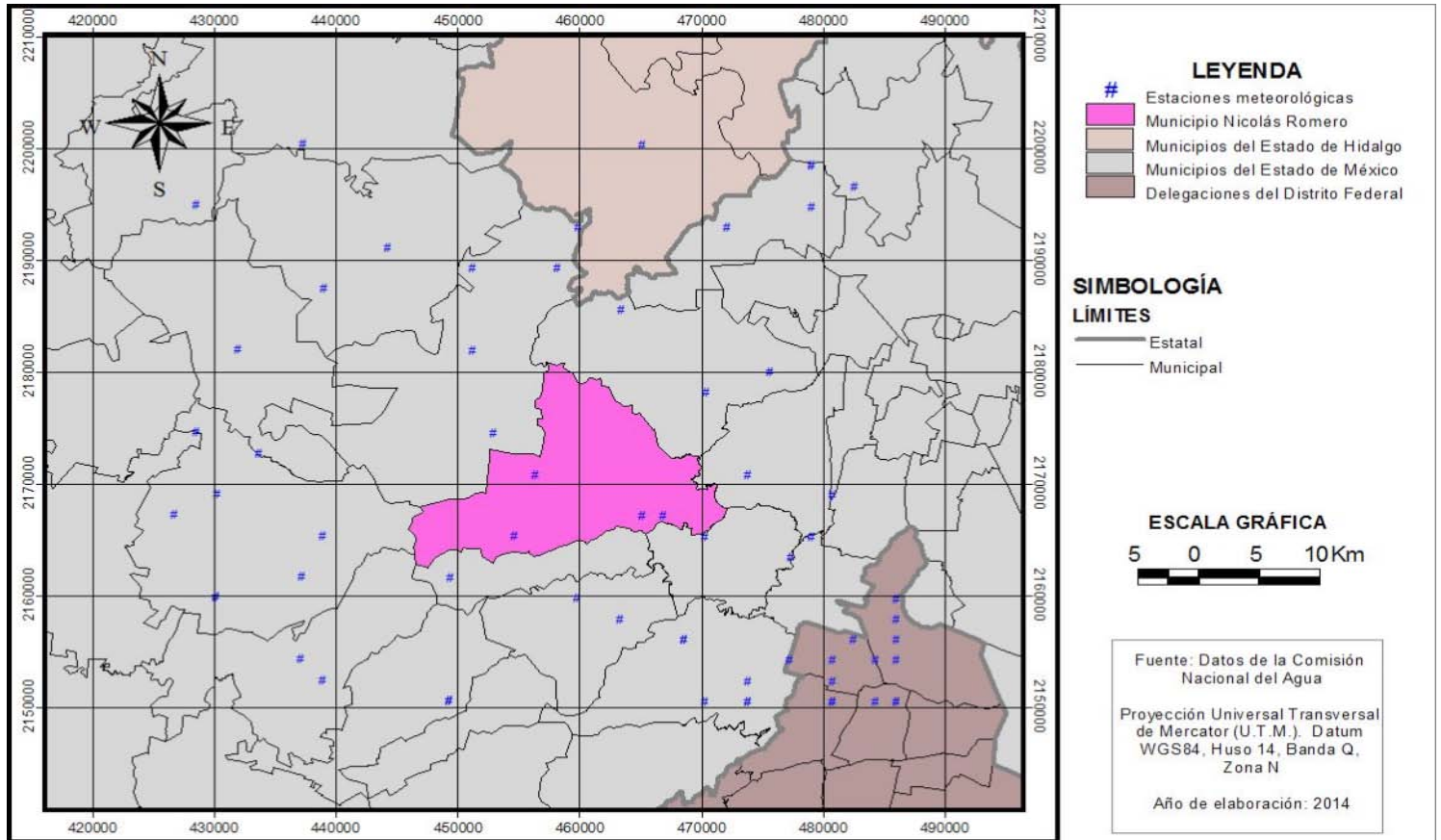


Figura 8.- Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar las interpolaciones de las variables climáticas. Elaboración propia.

Se utilizó el método IDW puesto que es una ponderación que considera al peso como valor inversamente proporcional a las distancias de los puntos de muestreo (Sánchez, 2012), ofreciendo una menor complejidad en el cálculo y pronostica valores más cercanos a los observados en la realidad a pesar de la tendencia que tiene a producir patrones poco reales conocidos como “puntos de concentración” alrededor de los puntos de la muestra (Cañada *et al.*, 2010), estos son especies de islas que difícilmente se presentan en la naturaleza.

Lo anterior expresa el peso que se le puede dar a la variación particular del valor de un punto de muestreo sobre los que están alrededor, para esto cabe señalar que ningún método de interpolación puede clasificarse como perfecto, puesto que cada uno cuenta con fortalezas pero también defectos en los resultados que arroja y la manera en cómo se expresan visualmente (Araiza, 2013).

En México existen factores que determinan el clima como lo son el sol, la altitud, latitud, distribución de tierras y aguas, masas de aire y vientos, barreras de montaña, etc. que actúan sobre los elementos del clima como lo es la temperatura, precipitación y humedad, vientos y presión atmosférica (Rojas, 2008). Por lo mismo el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general se clasifican acorde a su temperatura en cálido y templado; y de acuerdo con su humedad en húmedo, subhúmedo y muy seco (Comisión Nacional del Agua, 2015).

Para determinar el clima presente en Nicolás Romero, se utilizó el sistema de clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García (1988) (**Ver tabla_5**) (**Ver anexo_IV**).

Tabla 5.- Clasificación climática para Nicolás Romero. De Köppen modificado por García, (1988).

Grupo climático	C
	Cb(w2)(w)(i)g
Descripción	Templado Subhúmedo con verano fresco y largo tipo Ganges no hay canícula

Para corroborar ésta información y conocer el tipo de clima que presenta el municipio, por cada mes del año se obtuvo un continuo de valores del ambiente térmico (**Ver anexo_II**) y otro continuo de valores para caracterización pluvial y de evapotranspiración (**Ver anexo_III**), mismos que incluyen los valores máximos, mínimos y promedio de cada variable.

Del ambiente térmico se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas diarias, normales y mensuales, además de la temperatura media normal (**Ver tabla_6**); y en lo que respecta a la caracterización pluvial, se obtuvieron los promedios de precipitaciones máximas diarias, normales y mensuales, además de la evapotranspiración (**Ver tabla_7**).

En lo que respecta el ambiente térmico normal de Nicolás Romero, los valores promedio de las temperaturas máximas normales anuales están en los intervalos 20.3 a 23.791 °C (**Ver anexo_I_mapa_7**). Fueron los meses de abril y mayo con 27 y 26.697 °C respectivamente aquellos que registran las temperaturas más altas.

Para la temperatura media normal anual, el intervalo del promedio se encontró entre los 12.3°C y los 15.822 °C (**Ver anexo_I_mapa_8**). Con base en estos datos se observó que los meses de abril a septiembre son aquellos que registran temperaturas más altas de lo normal, los meses de noviembre a febrero temperaturas más bajas de lo normal y los meses restantes se mantienen dentro de este intervalo.

Los valores promedio de temperaturas mínimas normales anuales se rigieron en el intervalo de 4.1 a 7.924 °C (*Ver anexo_I_mapa_9*). Fueron los meses de enero con -0.7 °C y el mes de febrero con -0.1 °C aquellos que presentaron las temperaturas más bajas.

Tabla 6.- Ambiente térmico del municipio Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).

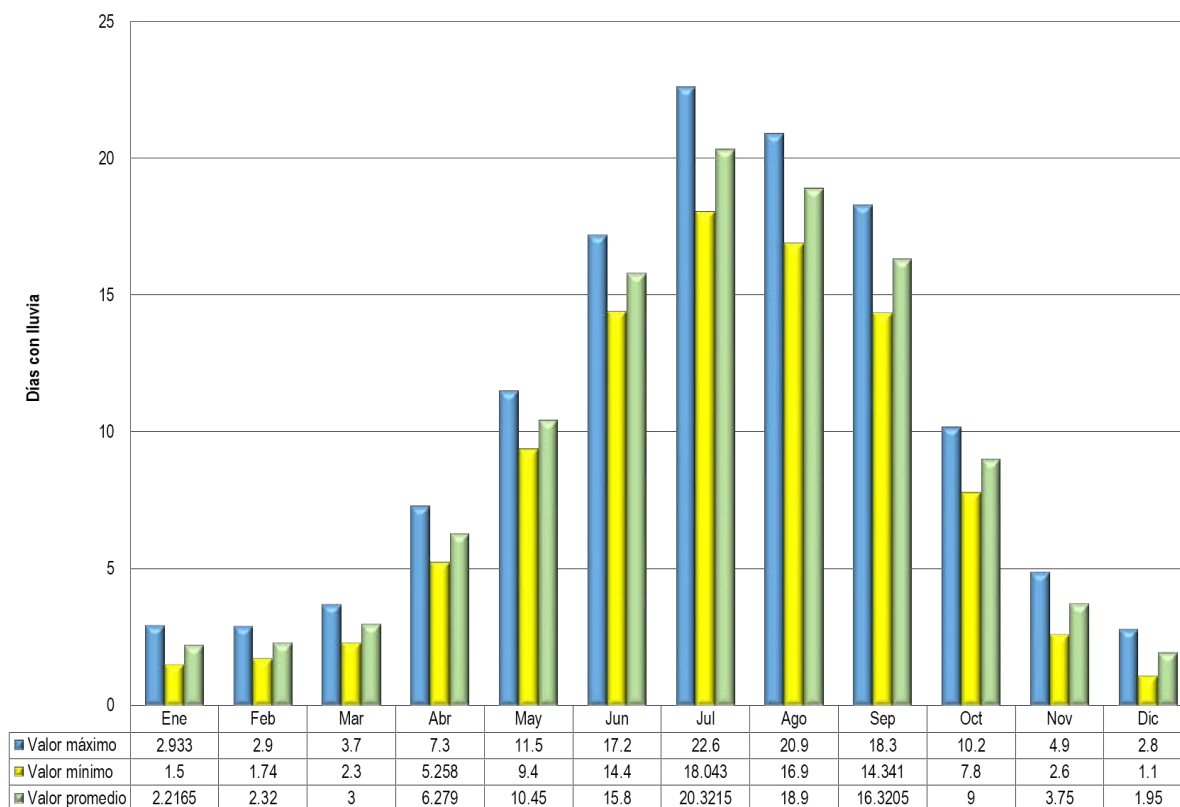
Temperatura	Valor mínimo °C	Valor máximo °C
Máxima diaria	25	36.5
Máxima normal	18.6	27
Máxima mensual	32.7	20.5
Media normal	9	18.226
Mínima diaria	-12	5.053
Mínima normal	-0.7	7.497
Mínima mensual	-5.942	9.025

El conjunto de esta información permite inferir que en el municipio de Nicolás Romero los meses más calurosos son aquellos que van de abril a septiembre, los meses más fríos abarcan de noviembre a febrero y aquellos meses en que la temperatura se regulariza son octubre y marzo.

Por otra parte en la caracterización pluvial y de evapotranspiración, hablando de la ganancia de agua, se observó que los valores de la precipitación normal anual fueron de 700.594 a 1244.096 mm (*Ver anexo_I_mapa_10*). Los meses en que se registró el mayor volumen de agua fueron julio y septiembre con 257.699 y 238.999 mm respectivamente. Los volúmenes más bajos se registraron en los meses de diciembre con 3.5 mm y febrero con 7.135 mm. Se contrastó esta información con los días de lluvia por cada mes (*Ver gráfica_2*) en la que se observa claramente tiene una tendencia unimodal, lo que corrobora que aquellos meses con una humedad mayor son también aquellos con más días de lluvia.

Por otra parte, en la pérdida de agua a partir de la evapotranspiración, se registró el valor máximo anual de 1,641.499 mm y como valor mínimo 1483.867 mm (*Ver anexo_I_mapa_11*). Los valores más altos se registraron en los meses de abril con 190.5 mm y marzo con 189.4 mm, y la menor pérdida de agua se registra en los meses de noviembre y diciembre con 91.662 y 83.844 mm de agua respectivamente.

Por tanto, a partir de la interpolación, se dedujo que en el municipio de Nicolás Romero los meses más secos del año abarcan de diciembre a abril, entretanto los meses más húmedos son a partir de julio hasta noviembre.

Gráfica 2.- Días con lluvia en el municipio de Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).

El conjunto de estos continuos de datos indican que en las condiciones generales del clima en este municipio, los meses más fríos (noviembre a febrero) son los más secos del año y los meses más húmedos (julio a septiembre) también son los más calurosos. Por ejemplo, tener datos de evapotranspiración es relevante para planear la frecuencia de riego, pues es el clima el que definirá el calor latente que las plantas liberan, y ese calor es el responsable directo de la evapotranspiración.

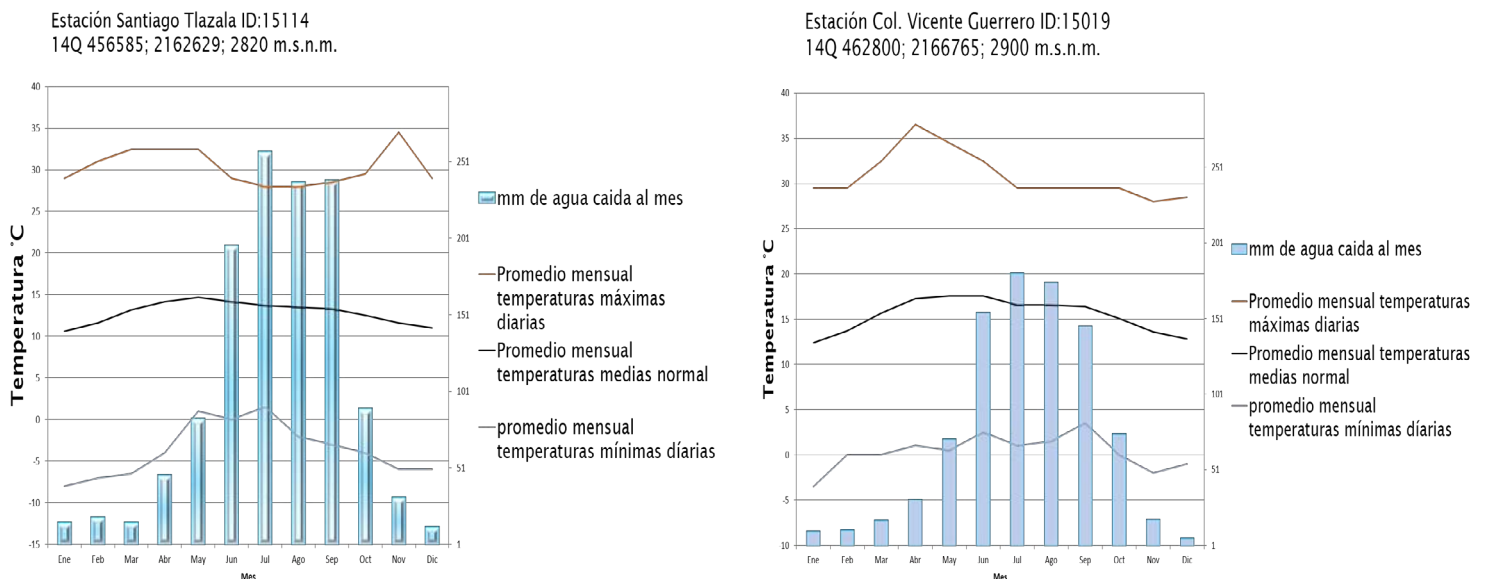
Tabla 7.- Caracterización pluvial y de evapotranspiración del municipio Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).

	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Precipitación máxima diaria	14	185.339
Precipitación máxima mensual	20.4	3314.62
Precipitación normal	3.5	257.699
Evapotranspiración normal anual	83.844	190.5

54 CAPÍTULO 8 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este fenómeno se explica por un mecanismo de retroalimentación biogeofísico con tendencia a producir cambios en la lluvia y la cobertura de la vegetación: La estructura de la vegetación determina la cantidad incidente de onda larga y es ésta la causante del albedo. Si el suelo cuenta con una cobertura vegetal, su albedo oscila entre el 10 y 25 %; a más árida sea la tierra el albedo aumenta (35 al 45 %), producto de secas, exceso de radiación solar y suelos más arenosos, en consecuencia, el aire frío tendería a bajar para mantener el equilibrio térmico y las celdas de convección y las precipitaciones asociadas son menores. Sin embargo, una precipitación más baja conlleva a un efecto adverso en las plantas, y ayuda a regular la disminución inicial de la cobertura vegetal (Charney *et al.*, 2005).

Gráfica 3.- Climogramas de las estaciones meteorológicas presentes en Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).



Para corroborar esta información se realizó un índice de aridez mensual (índice de Gausson) y un índice de aridez anual (pluviofactor de Lang) (Rojas, 2008). El primer índice mostró que los meses secos abarcan de noviembre a marzo, los meses húmedos de mayo a octubre y el mes de abril se mantiene en un régimen estándar, lo cual concuerda con los datos obtenidos por la interpolación. Por otro lado, el pluviofactor de Lang fue de 69.152, lo que quiere decir que el clima anual se considera como húmedo.

Esta información resulta útil para determinar calendarios para el establecimiento de cultivos. Por lo tanto los climogramas dan información relevante al respecto. De las cuatro estaciones meteorológicas presentes dentro de los límites municipales, se realizaron dos climogramas (*Ver gráfica_3*) debido a que las otras dos estaciones no contaban con la información completa de las temperaturas.

8.1.1.4 GEOLOGÍA

Dentro del contexto de planificación territorial, conocer la litología del área de estudio resulta un factor importante, puesto que ésta define la cohesión de los materiales e influye significativamente en la inestabilidad de las laderas, (Remondo *et al.*, 2003), que como se ha mencionado en apartados anteriores influye significativamente en variables climáticas e hidrológicas.

Nicolás Romero forma parte de la Sierra de las Cruces, que ha presentado un vulcanismo intenso formando estructuras como la caldera de La Catedral, la cual ha sido la fuente de origen de los depósitos y morfologías que se identifican en el municipio (Vázquez-Sánchez y Jaimes-Palomera, 1989).

Se realizó la caracterización geológica de Nicolás Romero (Ver anexo_I_mapa_12) con base en la carta geológica 1:50000 de INEGI, indicándose que la formación litológica del municipio proviene de la Era Cenozoica ($65,5 \pm 0.3$ ma); lo que concuerda con diversos estudios radiométricos y paleomagnéticos para determinar la edad de la Sierra de las Cruces, estableciéndose una edad que varía entre 3.71 ± 0.40 Ma y 0.39 ± 0.16 Ma (Osete *et al.*, 2000). En la escala de tiempo geológico las magnitudes de tiempo que se manejan son muy diferentes, razón por la cual el dinamismo de éste fenómeno no ocurre en una escala temporal cercana a la nuestra, por ende, no hay problema por el año en que se creó la cartografía a diferencia del que habría con la cartografía de uso de suelo y vegetación.

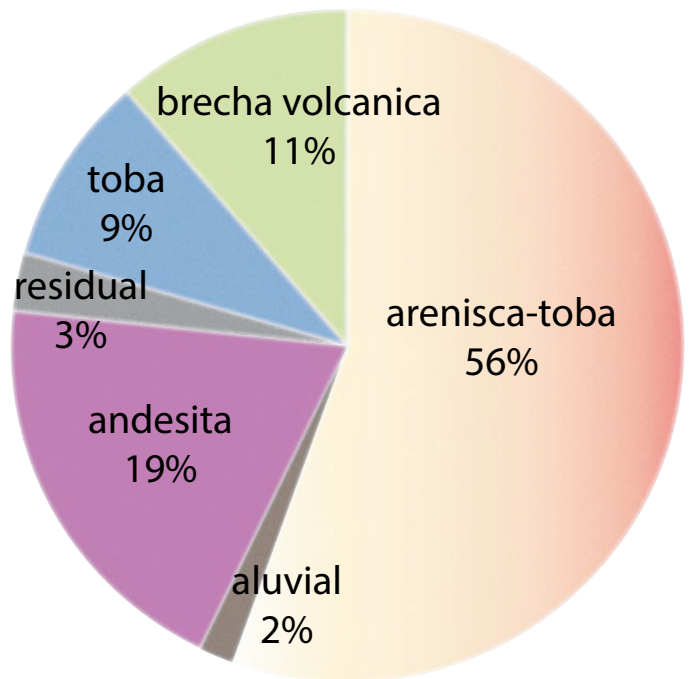


Gráfico 4.- Porcentaje de cobertura litológica de Nicolás Romero. Con datos de INEGI (INEGI, 1975a, 1975b).

El municipio presenta Arenisca-toba como tipo de roca sedimentaria-ígnea dominante cubriendo un total de 134073.24 ha de la zona N-E y central del municipio (55.74 %). Hablando de rocas ígneas se denota predominio en el lado sur, cercano a 7 volcanes en zonas aledañas al municipio. Estas rocas son andesita, que abarca 47003.51 ha (19.54 %), brecha volcánica, que cubre una superficie de 27351.53 ha (11.37 %) y toba, con 21810.28 ha (9.07 %). La inminente dominancia de las rocas ígneas refleja el origen volcánico de la zona.

A su vez la carta geológica también delimitó dos tipos de suelos en pequeñas cantidades, el suelo residual 6526.17 ha (2.71 %) y el suelo aluvial, cubriendo 3760.71 ha en un porcentaje de 1.56 % (*Ver gráfica_4*).

Por tanto se podría decir que la buena cohesión de los materiales le da estabilidad a las laderas que puedan presentarse en el municipio, pues la resistencia de estas formaciones rocosas puede reducir el impacto del intemperismo o la erosión, la probabilidad de deslizamientos disminuye con el aumento de la resistencia de las formaciones rocosas. Así pues la roca sólida y los suelos compactos son menos propensos a deslizarse que los escombros sueltos o compactados pobremente (Peña, 2013).

La geomorfología del municipio se ve modificada por procesos exógenos, principalmente erosivos, fluviales y gravitacionales. Esto se puede corroborar con la dinámica tectónica que afecta la morfoestructura de Nicolás Romero que se distingue por la presencia de fallas y fracturas. Los datos de la carta geológica indican que en el municipio existen 26,581.1 km de fallas orientadas en las partes SW-NE, considerando únicamente aquellos fragmentos que se encuentran dentro de los límites municipales. Con los mismos criterios se contaron 2,455.4 km de fracturas.

Es evidente que la litología ejerce un control fundamental sobre la geomorfología de un paisaje, ya que las características de los materiales son los que influyen en la naturaleza y el ritmo de los procesos geomorfológicos, sin contar su influencia en el estado y movimiento del agua subterránea (Peña, 2013), por lo tanto la litología es un factor muy estudiado en los trabajos de planificación territorial.

8.1.1.5 EDAFOLOGÍA

Como se verá más adelante, la superficie dedicada a cultivos es muy importante respecto a la dedicada a uso forestal. Puesto que el suelo constituye un elemento fundamental a la hora de evaluar los recursos potenciales con los que cuenta el municipio y decidir un aprovechamiento óptimo de las potencialidades de la zona, es que se requiere saber el tipo de suelo y su aptitud para el cultivo (**Ver tabla_9**) con el fin de establecer su capacidad general de uso; estas variables han sido cartografiadas en un mapa (**Ver anexo_1_mapa_13**).

Se realizó un recuento de 7 tipos de suelos predominantes en el municipio. Excluyendo los cuerpos de agua, en orden de cobertura de superficie se registró Luvisol (49.62 %), Andosol (27.55 %), Vertisol (9.77 %), Feozem (6 %), Litosol (4.62 %), Cambisol (2.24 %) y Fluvisol (0.21 %). Se encontraron 13 asociaciones diferentes de suelos predominantes y secundarios, no obstante se hizo un registro de 28 tipos de suelo considerando su asociación con suelo secundario (**Ver tabla_8**).

Tabla 8.- Tipos de suelo presentes en Nicolás Romero. De carta edafológica INEGI (1976a, 1976b).

Suelo predominante	Fórmula	Porcentaje	Área (ha)	Suelo predominante	Fórmula	Porcentaje	Área (ha)	
Andosol	Th/2	0.02	52.5	Cambisol	Bv+Vp/2	2.24	5390.89	
	Th+To/2	14.17	34071.3	Fluvisol	Je+Hl/2	0.21	493.13	
	Th+To+Lc/2	6.69	16091.36	Leptosol	I+Lc/2	4	9621.05	
	Th+Lc/2	1.37	3291.79		I+Vp/3	0.62	1487.71	
	To+Lc/2	5.3	12759.47	Luvisol	Lc+Hh/2	0.93	2231.44	
Feozem	Hl+Th/2	0.16	383.29		Lc/2	44.21	106336.87	
	Hl+Vp/2	0.88	2108.12		Lc+To/2	2.87	6905.83	
	Hh+Bc/2	0.13	323.11		Lc+I/2	1.07	2584.13	
	Hh+Hl/2	0.07	171.98		Lc+Th/2	0.54	1297.93	
	Hh+Be/2	2.71	6519.53		Vertisol	Vc+Vp+I/3	1.64	3937.18
	Hh+I/2	0.07	171.87			Vp+Re/3	3.31	7963.56
	Hh+Vp/2	0.24	570.31			Vp+Hh/3	1.76	4225.09
	Hl/2	0.7	1681.58	Vp/3		2.51	6037.47	
Hh+Lc/2	1.04	2490.74	Vp+I/3	0.55		1326.2		

Unidad según clasificación FAO/UNESCO 1970 (MODIFICADA POR CETENAL) Bc = Cambisol crómico; Be = Cambisol eutrico; Bv = Cambisol vertico; Hh = Feozem haplico; Hl = Feozem luvico; I = Leptosol; Je = Fluvisol eutrico; Lc = Luvisol crómico; Re = Regosol eutrico; Th = Andosol húmico; To = Andosol ocrico; Vc = Vertisol crómico; Vp = Vertisol pelico.

Tabla 9.- Características de las unidades de suelo de Nicolás Romero. De (FAO-Unesco, 1976).

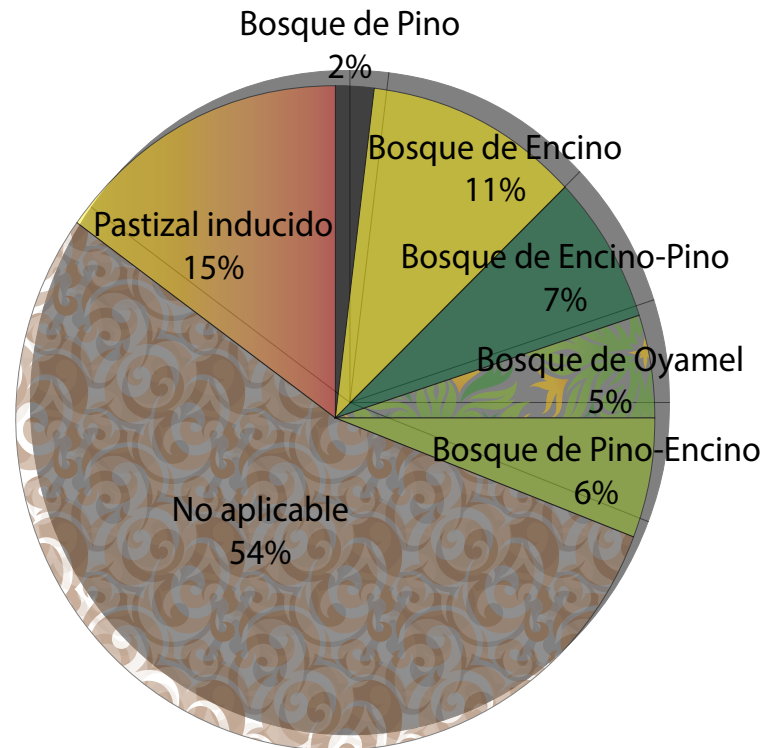
Unidad de suelo	Descripción	Uso potencial	Producción	Degradación	Localización
Andosol	Típicamente, suelos negros de paisajes volcánicos.	Fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua.	Pueden ser productivos para el uso forestal y para el cultivo de ciertas especies hortícolas.	Los Andosoles fuertemente hidratados son difíciles de labrar por su baja capacidad de carga y adhesividad.	En regiones volcánicas en todo el mundo.
Cambisol	Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato.	No son aptos para la agricultura ni para la ganadería, pero sí para el uso forestal	Pueden ser productivos para el uso forestal y para el cultivo de ciertas especies perennes	Alto riesgo a la erosión hídrica	Se presenta en relieves elevados donde la humedad es mayor
Feozem	Presentan un horizonte superficial oscuro y rico en materia orgánica, de pH neutro o ligeramente alcalino y rico en bases.	Son suelos aptos para la agricultura en condiciones de clima templado	Son de fácil manejo y alcanzan un alto grado de productividad agrícola	Son susceptibles a la erosión eólica e hídrica y a la degradación química	Se encuentran en zonas de acumulación en áreas de pendiente
Fluvisol	Perfiles con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes pero puede haber presente un horizonte superficial diferente.	Suelos que tienen una buena fertilidad natural.	Útil en muchos cultivos de secano, normalmente con algún tipo de control de agua.	Muchos Fluvisoles sobre condiciones naturales se inundan periódicamente.	Planicies aluviales, abanicos de ríos y en todas las zonas climáticas
Leptosol	Están limitados en la profundidad por una roca dura continua por materiales altamente calcáreos; una capa continua cementada dentro de los 30 cm superficiales.	Son pocos aptos para la agricultura	Pueden ser productivos para el uso forestal y para el cultivo de ciertas especies perennes	Alto riesgo a la erosión hídrica	Se encuentran en áreas de montaña, piedemontes y lomeríos
Luvisol	Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con	Suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas.	Con granos pequeños, remolacha azucarera y forraje; en áreas en pendiente, se usan para huertos, forestales y/o pastoreo	Erosión de labrado con maquinaria pesada. Erosión eólica.	Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas con estación seca y
Vertisol	Presentan alto contenido de arcillas expandibles (> 30 %), con grietas anchas y profundas en la época de secas, son muy adhesivos y plásticos, duros cuando están secos y masivos cuando están húmedos.	Son adecuados para el cultivo de gramíneas, cuando tienen riego son muy productivos	Son muy productivos cuando tienen suficiente agua	Presentan problemas de inundación por su baja permeabilidad, son compactos y duros.	Se encuentran en planicies acumulativas y depresiones.

8.1.2 SUBSISTEMA BIÓTICO

8.1.2.1 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Para hacer la caracterización del municipio con base en los datos vectoriales de INEGI respecto a la distribución que presentan los distintos tipos uso de suelo y vegetación en el área de estudio, se exhibe un mosaico muy variado que de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal que representan, reflejan una notable diversidad en el uso de suelo (desde zonas urbanas al uso forestal) los cuales están fuertemente influenciados por las actividades económicas de la zona (principalmente agricultura y ganadería).

El municipio se divide en: 1) No aplicable (núcleos urbanos y cuerpos de agua), abarcando el 54 % de la superficie municipal con un total de 131,062 ha; 2) Pastizal inducido, 15 % con 35,201 ha; 3) Bosque de encino (11 %) con 27,354 ha; 4) Bosque de encino-pino (7 %) con 17,548 ha; 5) Bosque de pino-encino (6 %) con 13,472 ha; 6) Bosque de oyamel (5 %) con 11,362 ha; 7) Bosque de pino (2 %) con 4,527 ha (*Ver gráfica_5, Ver anexo_I_mapa_14*).



Gráfica 5.- Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 2011. Con datos vectoriales (INEGI, 2011).

Puesto que las actividades de origen antrópico, por su naturaleza requieren de grandes extensiones de terreno para su desarrollo, el proceso de desmonte, es decir de remoción de la cubierta vegetal original, explican la presencia de parches de múltiples usos en el mapa de uso de suelo y vegetación 2011, y por ende el comportamiento de la distribución tan heterogénea de la cobertura vegetal en el mapa. Cabe señalar que de acuerdo con observaciones hechas en los mapas, la vegetación original ha sido sustituida incluso en áreas con fuertes pendientes.

La cobertura forestal presente en el municipio no posee la representación que podría esperarse en espacios de montaña, tal como es la zona SW del municipio. En parte esto puede deberse a la gestión y aprovechamiento del suelo por parte de particulares, cuyas únicas limitaciones de gestión y manejo del territorio se podrían encontrar en algún decreto de ANP. Sólo entonces habrían medidas para la previsión de cambio de uso de suelo y medidas de mitigación a la erosión, producto de diversos agentes de cambio (construcción de caminos, presencia de pastizales inducidos y otros cultivos en zonas de alta pendiente, deforestación, incendios, etc.), que pueden conducir a una acelerada y severa degradación de la tierra (Ayala y García, 2008), fenómeno que podría proliferar sobretodo en la sección SW del municipio.

8.1.2.2 RIQUEZA DE ESPECIES

Entre los estudios realizados en el municipio sobre la riqueza específica se encontraron: Información del Geoportal de CONABIO de distribución conocida de especies (2015), Ramírez (2013) realizó un diagnóstico Ambiental propuso un proyecto de ecoturismo en Cahuacán; Toledo (2013) hizo un inventario de la mastofauna en la localidad Tres piedras, Cahuacán; SAFAP A. C. (2011) empresa privada que contribuyó con una manifestación de impacto ambiental; Lázaro (2010) realizó un diagnóstico ambiental de la localidad el mirador en las inmediaciones del ejido San Francisco Magú; García (2010) realizó un estudio anatómico y usos medicinales de *Tagetes* spp del municipio; y González (2004) hizo un diagnóstico ambiental de la presa de Guadalupe.

Con esta información se generó una lista de la riqueza de especies de flora y fauna a nivel municipal (**Ver anexo_V**) atendiendo la distribución espacial señalada en los documentos de referencia. Con base en esa misma distribución es que se utilizó una imagen pancromática de la interfaz de Google Earth para determinar polígonos de las áreas de estudio y así poder modificar espacialmente a las especies situándolos dentro de los límites de su georreferenciación original para evitar la sobreposición de datos y poder integrarlos en el SIGMA (**Ver anexo_I_mapa_15, anexo_I_mapa_16 y anexo_I_mapa_17**).

En el caso del reino plantae se registraron 225 especies repartidas en un total de 66 familias, de las cuales 48 tienen una forma de vida arbórea, 41 especies fueron arbustivas, 3 epífitas, 115 herbáceas, 1 liana, 16 rastreras y 1 trepadora.

En el caso del reino animalia los datos del subphylum vertebrata, para la clase Amphibia se registraron 2 especies de la familia Hylidae, de la clase Reptilia se hizo un recuento de 14 especies repartido en 5 familias, para la clase de aves se hizo un registro de 73 especies repartidos en 31 familias, y finalmente se registraron 13 familias de mamíferos, con un total de 33 especies.

Estos datos pueden considerarse representativos, pero no pueden considerarse absolutos del municipio, debido a que son datos bibliográficos y que en los respectivos trabajos no se colectaron todos los organismos presentes, ya que algunos por la marcada estacionalidad posiblemente algunas especies vegetales no contaban con las estructuras reproductivas que permitieran la identificación.

Y hablando de organismos animales, se requerirían estudios longitudinales, puesto que algunos organismos requieren de una vegetación baja y abundante, otros son capaces de adaptarse a hábitats muy modificados, siempre y cuando las condiciones de algún microclima permanezca constante (por ejemplo los anfibios que necesitan de grandes cantidades de humedad) o algunos que puedan sobrevivir exclusivamente en cuerpos de agua (por ejemplo peces y algunas aves).

Todas estas características podrían variar conforme al tiempo de muestreo y por tanto a la observación de estos organismos.

A partir de la comparación de las especies registradas en el municipio y las listas de especies en riesgo de la NOM-059, de los apéndices de CITES y de la lista roja de la UICN se encontraron 5 especies de plantas en riesgo (**Ver tabla_10**), una de anfibios (**Ver tabla_11**), 22 especies de aves (**Ver tabla_12**), 10 de reptiles (**Ver tabla_13**) y 7 de mamíferos (**Ver tabla_14**), todos representados en la cartografía temática (**Ver anexo_1_mapa_18**).

A pesar de la alta perturbación presente en el municipio, el porcentaje de especies en alguna categoría de alto riesgo es muy bajo, lo que demuestra la capacidad de los organismos reportados para el municipio de adaptarse a la urbanización y destrucción de su hábitat, permitiendo que la comunidad continúe de manera estable aunque no se puede asegurar que estas especies resistan a cambios drásticos en su ambiente.

En cuanto a la distribución de especies, éstas se localizaron principalmente en 4 zonas (*Ver anexo_I_mapa_15, anexo_I_mapa_16 y anexo_I_mapa_17*). 1) La zona del bosque de paraíso (*Ver tabla_15*), 2) El ejido San Francisco Magú (San Francisco Magú y “El mirador” Ejido San Francisco Magú) (*Ver tabla_16*), 3) La localidad de Cahuacán (Tres piedras Cahuacán y Santa María Magdalena Cahuacán) (*Ver tabla_17*) y 4) Otras zonas del municipio (límites de la cabecera municipal, presa de Guadalupe, Zona de foresta) (*Ver tabla_18*).

Con base en la información anterior se obtuvo que el bosque de paraíso fue la zona la que presentó mayor número de registros de distintos niveles taxonómicos, y la localidad de Cahuacán el mayor número de especies en las tres respectivas listas.

De tal manera que esta lista es preliminar, no obstante, ilustra una gran riqueza de especies de flora y fauna en la zona, lo que contribuye al conocimiento de la composición florística y la riqueza de cordados existente en los bosques de pino-encino, encino-pino, de oyamel, de pino y encino del área.

Éstos registros también pudieron verse influenciados por el tipo de muestreo de cada estudio, pues es probable que las muestras sean de zonas más cercanas a los senderos que se encuentran perturbados y delimitados por campos de cultivo o algunas zonas utilizadas para la tala, por lo que podrían pasar animales de carga por los caminos, todos agentes de perturbación de hábitat que podría evadir a especies que por sus características diacríticas no sean aptos para sobrevivir en esos espacios.

Por otra parte, la predominancia del estrato arbóreo disminuye la evaporación del sustrato, además el tipo de suelo como se vio en un apartado anterior, permite retener la humedad de manera moderada; por lo que probablemente en época de lluvia haya proliferación de organismos saxícolas, pues estos se adaptan a grandes cantidades de humedad que se acumula y es retenida en gran parte por las rocas.

Tabla 10.- Especies de plantas en riesgo en Nicolás Romero.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059	Categoría en UICN	Categoría en CITES	Distribución	Referencia
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro de san Juan	No endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Toledo, 2013
<i>Euphorbia dentata</i>	Hierba de la araña	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	No	VU	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Malaxis fastigiata</i>	Cetaria leucopila	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Mammillaria pringlei</i>	Biznaga de Pringle	Endémica (Pr)	VU	No	Municipio	CONABIO, 2015

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 11.- Especies de anfibios en riesgo en Nicolás Romero.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059	Categoría en UICN	Categoría en CITES	Distribución	Referencia
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro de san Juan	No endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Toledo, 2013
<i>Euphorbia dentata</i>	Hierba de la araña	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	No	VU	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Malaxis fastigiata</i>	Cetaria leucopila	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Mammillaria pringlei</i>	Biznaga de Pringle	Endémica (Pr)	VU	No	Municipio	CONABIO, 2015

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 12.- Especies de aves en riesgo en Nicolás Romero.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059	Categoría en UICN	Categoría en CITES	Distribución	Referencia
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Endémica (A)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguillita cola roja de Tres Marías	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero pinero de Chiapas	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón de Guadalupe	Endémica (P)	LC	No	Ejido San Francisco Magú; Cahuacán	Lázaro, 2010; Ramírez, 2013
<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado guatemalteco	No endémica (A)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	No	LC	Apéndice II	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí orejiblanco	No	NE	Apéndice II	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Hylocharis sp</i>	Colibrí	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre del Tacana	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	No	LC	Apéndice II	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor de coronados	Endémica (P)	NE	No	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	No endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Oriturus superciliosus</i>	El gorrión cachetioscuro serrano	Endémica	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo de Guadalupe	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura de Guadalupe	Endémica (E)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín salta pared de Cozumel	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; Ejido San Francisco Magú; Cahuacán	SAFAP A. C., 2011; Lázaro, 2010; Ramírez, 2013
<i>Turdus rufopalliatius</i>	Mirlo dorso rufo de las Islas Marías	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Vireo huttoni</i>	Víreo reyezuelo de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 13.- Especies de reptiles en riesgo en Nicolás Romero.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059	Categoría en UICN	Categoría en CITES	Distribución	Referencia
<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	Endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; Cahuacán	SAFAP A. C., 2011; Ramírez, 2013
<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora de cascabel	Endémica (No)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirriadora común	No endémica (A)	LC	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón/ lloca sangre/ falso camaleón/ lagartija cornuda de montaña	Endémica (A)	LC	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Pituophis deppei</i>	Alicante/cincuate/ culebra sorda mexicana	Endémica (A)	LC	No	Bosque del paraíso; Ejido San Francisco Magú	SAFAP A. C., 2011; Lázaro, 2010
<i>Plestiodon copei</i>	Eslizón de Cope	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchada de Baird	Endémica (Pr)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija escamosa llanera	Endémica (No)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	No endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; Ejido San Francisco Magú; Cahuacán	SAFAP A. C., 2011; Lázaro, 2010; Ramírez
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra listonada del sur mexicano	No endémica (A)	LC	No	Cahuacán	Ramírez, 2013

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 14.- Especies de mamíferos en riesgo en Nicolás Romero.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059	Categoría en UICN	Categoría en CITES	Distribución	Referencia
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Endémica (Pr)	LC	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Lepus callotis</i>	Liebre	No	NT	No	Ejido San Francisco Magú	Lázaro, 2010
<i>Lynx rufus</i>	Lince rojo	No	LC	Apéndice II	Cahuacán	Toledo, 2013
<i>Meles meles</i>	Tejón	No	LC	No	Municipio	SAFAP A. C., 2011
<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón arbustivo	Endémica (A)	LC	No	Bosque del paraíso	SAFAP A. C., 2011
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	Endémica	NE	No	Ejido San Francisco Magú; Cahuacán	Lázaro, 2010; Toledo, 2013
<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	No endémica (A)	LC	No	Cahuacán	Toledo, 2013

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 15.- Especies presentes en la localidad “Bosque de paraíso”.

GRUPO	No. de familias	No. de especies	No. de subespecies	No. de spp en la NOM-059	No. de spp en la UICN	No. de spp en CITES
PLANTAE	45	120	5	0	3 LC	2 Apéndice II
MAMMALIA	7	8	0	1 endémica (A)	4 LC	0
REPTILIA	4	6	0	1 endémica (A) 1 endémica (PR) 1 no endémica (PR)	5 LC	0
AVES	7	8	0	1 endémica (P) 1 no endémica (Pr) 1 endémica (PR)	6 LC	1 Apéndice II

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 16.- Especies presentes en la localidad “Ejido San Francisco Magú”.

GRUPO	No. de familias	No. de especies	No. de subespecies	No. de spp en la NOM-059	No. de spp en la UICN	No. de spp en CITES
PLANTAE	30	61	0	0	1 LC 1 NT 1 VU	0
ANPHIBIA	1	1	0	0	1 LC	0
REPTILIA	2	5	0	1 no endémica (A) 2 endémica (A) 1 no endémica (PR)	4 LC	0
AVES	18	27	0	2 endémica (P) 2 endémica (Pr)	26 LC	0
MAMMALIA	10	16	0	1 endémica (Pr) 1 endémica	1 NT 12 LC	0

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

Tabla 17.- Especies presentes en la localidad “Tres Piedras Cahuacán”.

GRUPO	No. de familias	No. de especies	No. de subespecies	No. de spp en la NOM-059	No. de spp en la UICN	No. de spp en CITES
PLANTAE	10	20	0	1 no endémica (Pr)	3 LC	0
ANPHIBIA	1	1	0	A Amenazada	1 LC	0
REPTILIA	5	7	0	3 Endémica (PR) 1 no endémica (A) 2 endémica (no) 1 no endémica (PR)	7 LC	0
AVES	21	46	0	1 Endémica 1 endémica € 1 endémica (a) 1 endémica (P) 10 endémica (Pr) 1 no endémica (A)	44 LC	3 Apéndice II
MAMMALIA	13	20	0	1 Endémica 1 No endémica (a)	21 LC	1 Apéndice II

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de

Tabla 18.- Especies de flora presentes en otras partes del municipio de Nicolás Romero.

GRUPO	No. de familias	No. de especies	No. de subespecies	No. de spp en la NOM-059	No. de spp en la UICN	No. de spp en CITES
PLANTAE	13	48	0	1 endémica (PR)	21 LC 1 VU	0

NE= No evaluado; DD= datos insuficientes; LC= preocupación menor; NT=casi amenazado; VU=vulnerable; EN=En peligro; CR=En peligro crítico; EW=Extinto en estado silvestre; EX=Extinto; Apéndice I = En peligro de extinción por el comercio; Apéndice II= Podrían estar en peligro de extinción si no se regula su comercio; Apéndice III= Necesario evitar la explotación insostenible de la especie; E= probablemente extinta en el medio silvestre; P= en peligro de extinción; A=amenazadas; Pr= sujetas a protección especial.

8.1.2.3 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En México el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2015). Estas se definen como las zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o requieren ser preservadas y restauradas (Diario Oficial de la Federación, 2012).

En el municipio se encontró el registro de 3 áreas naturales protegidas de orden estatal (*Ver figura_9*). El estado de México cuenta con un total de 983984.04 ha de Áreas Naturales Protegidas, divididas en 9 categorías (1) Parques Nacionales, 2) Parques Estatales, 3) Parques Municipales, 4) Reservas Ecológicas Federales, 5) Reservas Ecológicas Estatales, 6) Área de Protección de Flora y Fauna, 7) Área de Protección de Recursos Naturales, 8) Parques Urbanos, 9) Parques Sin Decreto).

Las ANP tienen como funciones primordiales mantener los procesos ecológicos esenciales, proteger el germoplasma regular los ciclos biogeoquímicos, proveer de bienes y servicios como la captación y filtración de agua, absorber los contaminantes que se encuentren en la atmósfera, producir oxígeno, conservar ecosistemas que son el hábitat para la vida silvestre, regular la temperatura, promover la participación social en la protección del ambiente entre otras (Sosa-Escalante y Kantún-Palma, 2013).

De acuerdo con el gobierno del estado de México por medio de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, los parques estatales representan el 59.06 % de las 58 Áreas Naturales Protegidas que existen en el Estado de México.

De las ANPs reportadas para Nicolás Romero, el Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, “Parque Otomí - Mexica del Estado de México” representa el 18.21 % de los parques estatales del estado, y el 10.76 % de la superficie total de ANP. En lo que concierne al “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe” representa el 0.3 % de los parques estatales del estado, y el 0.18 % de la superficie total y el “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Yorazgo- Temoaya” es el 4.34 % de parques estatales y a su vez, el 2.56 % de las ANP del Estado de México.

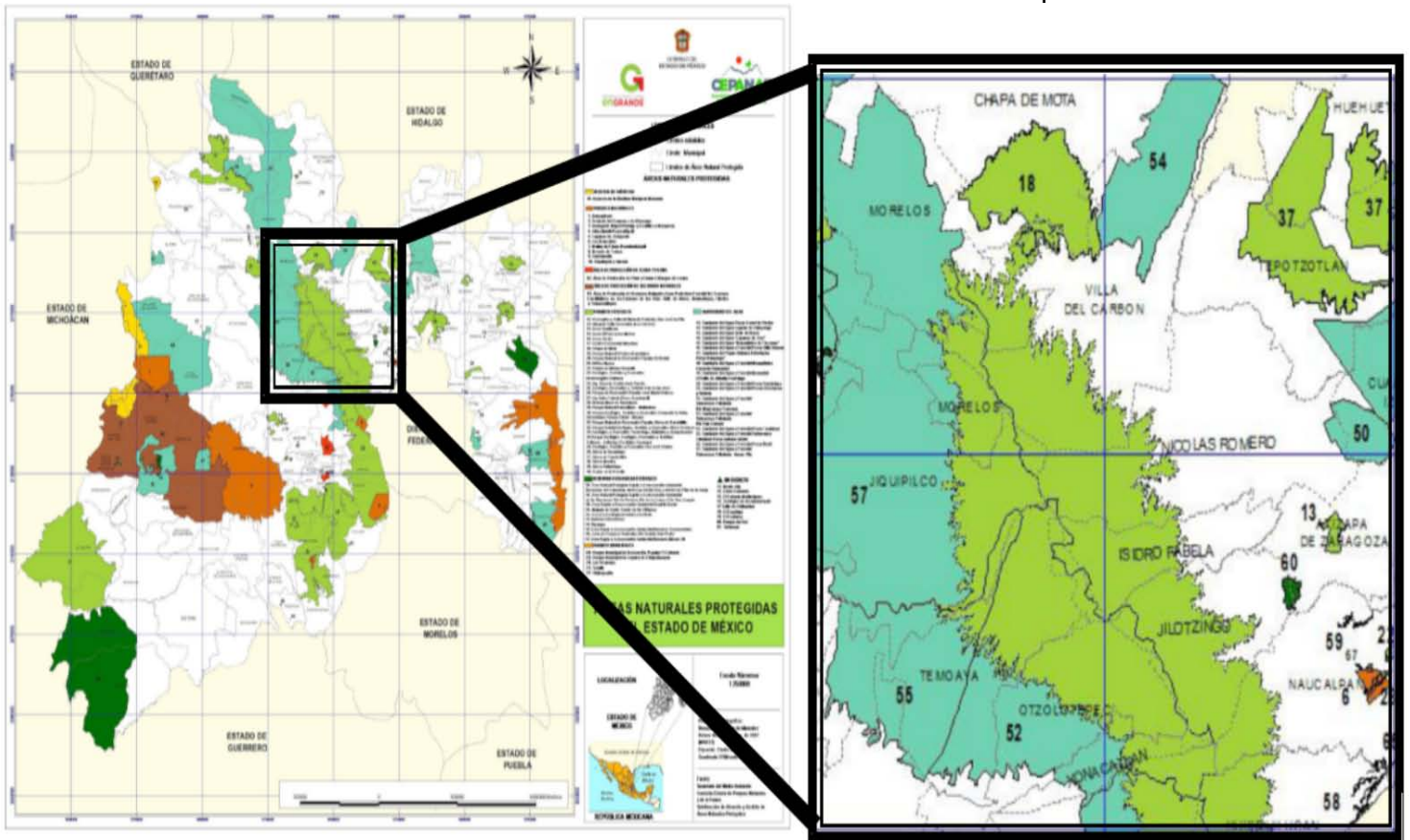


Figura 9.- Áreas Naturales protegidas de Nicolás Romero (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, 2013).

Tabla 19.- Áreas Naturales Protegidas de Nicolás Romero (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, 2013).

Nombre	Superficie (ha)	Fecha del Decreto	Publicación del programa de conservación
Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, "Parque Otomí - Mexica del Estado de México"	105,844.13	08-ene-80	07-abr-09
"Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe"	1,750.38	13-oct-04	13-oct-08
"Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río yorazgo- Temoaya"	25,220.33	12-may-06	29-ene-08

En la primer década del siglo XXI, la minoría de los municipios con influencia en las ANP carecían de espacios para la promover cualquier participación social, es más, la señalización en las áreas era prácticamente inexistente (principalmente en las de jurisdicción estatal). Eran muy pocas ANPs las que contaban con instalaciones e infraestructura que permitiera la atención al público, facilitara la inspección y la vigilancia y apoyara la promoción de actividades turísticas de bajo impacto (Sosa-Escalante y Kantún-Palma, 2013).

En las tres ANPs presentes en Nicolás Romero se dio una marcada demora (de 2 a 29 años) desde la fecha de su decreto hasta la publicación de algún programa de manejo y conservación (*Ver tabla_19*). Este hecho resulta relevante, puesto que tanto a nivel federal como estatal hay un reconocimiento de la variedad de especies y ecosistemas que albergan estos sitios, y diversos factores tales como el aumento de agricultura y ganadería, crecimiento de asentamientos humanos, deforestación, tráfico de vida silvestre, sobreexplotación de recursos naturales, introducción de especies exóticas, erosión, desertificación, etc., son los que conllevan a la amenaza y consecuente pérdida de biodiversidad (Sosa-Escalante y Kantún-Palma, 2013).


Es así que tanto el reconocimiento de estas zonas, de la riqueza específica de cada una de ellas y la magnitud de los problemas que podrían enfrentar, es que resulta menester hacer una reconsideración sobre su diseño y manejo en que los que se mida la capacidad institucional y así los responsables de la asignación de los recursos financieros asuman su obligación y responsabilidad en la protección y conservación de los recursos naturales de todos los habitantes del estado de México, involucrando al personal adecuado que se dedique a supervisar las acciones y estrategias de manejo a corto, mediano y largo plazo.

A su vez, se podría considerar un programa de conservación exitoso cuando el conjunto de acciones emprendidas permita cumplir de manera satisfactoria con los objetivos que los decretos de las ANP indican (incluyendo acciones administrativas, políticas, legales, de investigación, de planeación, de protección, de coordinación, protección, coordinación, promoción, educación, etc.).

8.2 MEDIO SOCIOECONÓMICO

8.2.1 ESTRUCTURA SOCIAL

8.2.1.1 POBLACIÓN Y LOCALIDADES

entro del SIGMA la población (número, características y distribución) podría considerarse como elemento fundamental en la planificación territorial porque es ésta la que determina el grado de aprovechamiento y/o explotación de los recursos naturales disponibles y también es capaz de alterar las tendencias a corto, mediano y largo plazo en función de su sistema socioeconómico actual.

En este contexto, Nicolás Romero es un municipio que cuenta con 43 localidades, y un crecimiento poblacional del 30 % en un lapso de 5 años, ya que en el 2005 el municipio contaba con un total de 306,516 habitantes mientras que en el 2010 reportó un total de 366,602. Esto quiere decir que el municipio pasó a contribuir de un 2.18 % a un 2.41 % de la población del Estado de México, puesto que para el 2005 el Estado de México contaba con un total de 14,007,495 habitantes entretanto en el 2010 aumentó a 15,175,862 habitantes.

Tabla 20.- Municipios más poblados del Estado de México. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

	2005			2010		
	Lugar	Municipio	No. de habitantes	Lugar	Municipio	No. de habitantes
Menos poblado	1	Papalotla	3766	1	Zacazonapan	4051
	2	Zacazonapan	3836	2	Papalotla	4147
	3	Texcalyacac	4514	3	Otzoloapan	4864
	4	Otzoloapan	4748	4	Texcalyacac	5111
	5	San Simón de Guerrero	5408	5	San Simón de Guerrero	6272
	
	116	Nicolás Romero	306516	117	Nicolás Romero	366602
	
	123	Tlalnepantla de Baz	683808	123	Tlalnepantla de Baz	664225
	124	Toluca	747512	124	Toluca	819561
	125	Naucalpan de Juárez	821442	125	Naucalpan de Juárez	833779
126	Nezahualcóyotl	1140528	126	Nezahualcóyotl	1110565	
Más poblado	127	Ecatepec de Morelos	1688258	127	Ecatepec de Morelos	1656107

En un análisis general, el municipio se encuentra entre los 11 más poblados del estado de México, tanto en el año 2005 como el 2010 (*Ver tabla_20*), y basada en el tamaño de su población, INEGI propone una tipología sencilla para la clasificación de los municipios (Gutiérrez *et al.*, 2015), y siguiendo esta clasificación (*Ver tabla_21*) es que se puede decir que el municipio de Nicolás Romero cuenta con una población urbana media.

Tabla 21.- Clasificación de los municipios según su tamaño poblacional (Gutiérrez et al., 2015).

Número de habitantes	Tipología municipal
Entre 1 y 2,499	Rurales
Entre 2,500 y 15,000	Semi-rurales
Entre 15,001 y 49,999	Urbanos chicos
Entre 50,000 y 499,999	Urbanos medios
Más de 500,000	Metropolitanos

La localidad que mayor población reportó en el 2010 fue “Villa Nicolás Romero” con 281,799 habitantes, mientras que para el conteo del 2005 reportó 242,798 habitantes mostrando un incremento del 16.06 % en un periodo de 5 años (*Ver tabla_22*). Por otra parte y la localidad que menor población reportó en el 2010 fue Paredeño (Rancho Paredeño) con 8, lo que significó un decremento de sus habitantes en un 50 %, por lo que en el año 2005 esta localidad contaba con 16 habitantes (*Ver tabla_23*).

Si se observan los datos del mapa del sistema real de distribución de la población por la densidad (*Ver anexo_I_mapa_19*), es evidente que el porcentaje de población municipal que no habita en la localidad donde está la cabecera municipal (Villa Nicolás Romero), así como el tamaño de los núcleos dispersos es mayor en la zona noroeste de Nicolás Romero.

Tabla 22.- Localidades de Nicolás Romero que disminuyeron su población en 5 años. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

Localidad	Población 2005	Población 2010	Porcentaje de disminución
Barrio de Guadalupe	1263	945	25.18
Ejido Magú	76	42	44.74
Los Pilares	45	44	2.22
Paredeño (Rancho Paredeño)	16	8	50
Ranchería los Durazos	20	12	40

Son los sistemas demográficos y productivos diferentes, así como el medio natural previamente descrito, es lo que podría determinar estas diferencias, no obstante, la dinámica de reconcentración está siendo muy activa sobretodo en el sector donde se observa una clara tendencia al abandono de la población más dispersa (*Ver tabla_22*), cuya población, probablemente a causa de características fisiográficas dominantes y de aprovechamiento, está siendo reubicada a núcleos de mayor extensión y prestación de servicios.

En resumen, existen pautas diferenciales en cuanto al número y distribución de la población del municipio, sobre todo en las localidades más lejanas a la cabecera municipal ubicada en la localidad “Villa Nicolás Romero”, pues es ésta zona la que funciona como zona de transición entre otras localidades.

Tabla 23.- Localidades de Nicolás Romero que aumentaron su población en 5 años. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

Localidad	Población 2005	Población 2010	Porcentaje de aumento	Localidad	Población 2005	Población 2010	Porcentaje de aumento
Ampliación el Rosario	10	318	3080	Loma de San José	1757	2541	44.62
Barrio de la Luz	270	493	82.59	Loma del Río	1054	1316	24.86
Caja de Agua	861	1420	64.92	Loma Larga	2810	3945	40.39
Colonia el Mirador	436	1168	167.89	Miranda	493	659	33.67
Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	495	724	46.26	Progreso Industrial	7819	11289	44.38
Colonia los Tubos	606	759	25.25	Pueblo Nuevo	317	381	20.19
Colonia Morelos	2130	2557	20.05	Puentecillas Cahuacán	679	738	8.69
Colonia San Miguel	311	581	86.82	Puerto Magú	1873	3433	83.29
El Esclavo	1049	1860	77.31	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	3854	5795	50.36
El Tanque	294	392	33.33	San Francisco Magú	4244	4962	16.92
Joya del Tejocote	443	680	53.5	San José	658	1191	81
La Cantera	29	30	3.45	San José el Vidrio	4591	5204	13.35
La Concepción (El Escobal)	337	442	31.16	San José los Barbechos (Los Barbechos)	384	658	71.35
La Estancia	190	493	159.47	San Juan de las Tablas	559	713	27.55
Las Espinas	56	131	133.93	San Miguel Hila	4103	4373	6.58
Las Milpitas	39	62	58.97	Santa María Magdalena Cahuacán	3992	5279	32.24
Localidades de dos viviendas	16	59	268.75	Transfiguración	3584	4002	11.66
Loma de Chapultepec	545	812	48.99	Veintidós de Febrero	10456	13021	24.53
Loma de Guadalupe (La Biznaga)	970	1271	31.03	Villa Nicolás Romero	242798	281799	16.06

8.2.1.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Con base en la información censal para conocer el ritmo de crecimiento poblacional, se calculó la tasa de crecimiento geométrico anual poblacional para el periodo de 2005 a 2010 expresado en porcentaje (*Ver anexo_I_mapa_20*), de acuerdo con la ecuación que sugiere Sánchez, 2014 para un periodo de 5 años (*Ver tabla_24*), donde la localidad de Loma de Guadalupe (La Biznaga) ha tenido la menor tasa de crecimiento en un -13.33 %, lo cual se interpreta como el decremento de 13 habitantes por cada 100 para el periodo 2005 al 2010, entretanto la tasa de crecimiento más alta fue para Ampliación el Rosario, una localidad que en el 2005 tenía 10 habitantes y en el 2010 pasó a tener 318, por lo cual su tasa de crecimiento poblacional anual fue de 37.56 %.

Dentro de un estudio demográfico, resulta importante contar con los datos de incremento de la población (natalidad e inmigraciones) y los datos de decremento (mortalidad y emigraciones) para contar con un panorama más amplio y así poder identificar el principal factor responsable de la dinámica de cambio de la población. Y dado que son los medios naturales en conjunto de los medios socioeconómicos los que definirán los criterios a considerar en la planificación territorial, es que resulta de gran relevancia evaluar la dinámica de crecimiento poblacional en nuestra área de estudio.

Debido a que la información de los censos de población y vivienda no cuentan con la información completa fue que se decidió exponer la tasa de crecimiento geométrico anual en el que supone un crecimiento geométrico constante en el tiempo, por lo que solo se determina como cambia la población en términos cuantitativos, es decir, si crece, disminuye, o se mantiene constante una población, sin indagar en cómo afectan los componentes antes mencionados en la dinámica poblacional, por lo que para su cálculo sólo se requieren los valores iniciales y finales del tamaño poblacional para un determinado periodo de tiempo (Sánchez, 2014).

Es así que de manera general el municipio de Nicolás Romero ha tenido una tasa de crecimiento poblacional de 3.57 %, lo que quiere decir que por cada 100 habitantes del municipio en el año 2005 en el 2010 se incorporaron 4 habitantes. Y a pesar de que la localidad Villa Nicolás Romero, que es considerada la cabecera municipal tiene la mayor parte de la población, ésta presenta la menor tasa de crecimiento.

Tabla 24.- Tasa de crecimiento anual geométrico. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

Localidad	Población 2005	Población 2010	Tasa de crecimiento anual geométrico	Localidad	Población 2005	Población 2010	Tasa de crecimiento anual geométrico
Ampliación el Rosario	10	318	37.56	San José el Vidrio	4591	5204	5.55
Miranda	493	659	22.93	La Concepción (El Escobal)	337	442	5.39
La Cantera	29	30	18.25	Loma de Chapultepec	545	812	5.37
San José los Barbechos (Los Barbechos)	384	658	17.75	San Miguel Hila	4103	4373	4.84
Colonia el Mirador	436	1168	16.04	Los Pilares	45	44	4.48
Ejido Magú	76	42	12.11	Colonia los Tubos	606	759	4.42
Loma de San José	1757	2541	11.76	Veintidós de Febrero	10456	13021	4.37
Localidades de dos viviendas	16	59	11.69	Loma del Río	1054	1316	3.67
Transfiguración	3584	4002	11.53	Las Espinas	56	131	3.64
Barrio de la Luz	270	493	11.15	Total del municipio	306516	366602	3.57
Santa María Magdalena Cahuacán	3992	5279	10.52	Loma Larga	2810	3945	3.12
Ranchería los Duraznos	20	12	9.8	Villa Nicolás Romero	242798	281799	2.97
Joya del Tejocote	443	680	9.11	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	3854	5795	2.5
Colonia San Miguel	311	581	8.44	Progreso Industrial	7819	11289	2.2
Puerto Magú	1873	3433	8.05	Barrio de Guadalupe	1263	945	1.67
Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	495	724	7.87	San Francisco Magú	4244	4962	1.27
Las Milpitas	39	62	7.51	Pueblo Nuevo	317	381	0.68
San Juan de las Tablas	559	713	7.3	Puentecillas Cahuacán	679	738	-0.45
El Esclavo	1049	1860	7.26	Paredaño (Rancho Paredaño)	16	8	-5.76
San José	658	1191	6.72	Colonia Morelos	2130	2557	-10
Caja de Agua	861	1420	5.76	La Estancia	190	493	-11.53
El Tanque	294	392	5.71	Loma de Guadalupe (La Biznaga)	970	1271	-13.33

Por otra parte, las tasas de crecimiento poblacional anual geométrico mayores las presentan las zonas más despobladas, cercanas a zonas de uso pecuario, un claro indicador de la transición de áreas de uso agrícola a varias áreas de urbanización.

El hecho de que el 88 % de las localidades de Nicolás Romero tengan una tasa de crecimiento y sólo el 12 % una tasa de decremento, implicará nuevos planes de gestión territorial en que las diferentes políticas públicas tendrán que ser responsables de la provisión de servicios de salud, educación, transporte, etc., además de una planificación territorial más rigurosa, para prevenir, minimizar o mitigar posibles problemáticas, sobre todo por el establecimiento de nuevas zonas urbanas sobre terrenos irregulares, zonas de riesgo y zonas de protección ambiental.

8.2.1.3 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL

La distribución territorial consiste en determinar cómo se distribuye la población según la cantidad o concentración de habitantes en cada localidad (Sánchez, 2014). Con base a la clasificación propuesta por la SEDESOL (2010) es que se realizó un análisis de la población del municipio para catalogarse en localidades rurales pequeñas, medianas o bien localidades urbanas (*Ver tabla_25*).

En razón de esta clasificación la mayoría de las localidades del territorio municipal se consideran localidades rurales pequeñas, clasificación que ha predominado los últimos 5 años a pesar de que 3 localidades aumentaron su población convirtiéndose en localidades rurales medianas.

Se conservó el mismo número de localidades y hubo un aumento de población de 60,070 habitantes. Por otra parte las localidades urbanas, a pesar de mantenerse estables en ésta categoría han tenido un considerable incremento poblacional.

En términos de ésta comparación se puede observar que en los últimos 5 años la población ha tenido una tendencia a concentrarse en las localidades rurales medianas y en las localidades urbanas. Por lo tanto si la tasa de crecimiento poblacional se mantiene constante, es posible que los próximos datos censales muestren un aumento significativo en las localidades más pobladas, lo que a su vez podría traducirse en la disminución del número de localidades aunado a una concentración de la población en las localidades restantes.

Éste fenómeno podría resultar gravoso para el medio ambiente, puesto que el crecimiento de la población tiene un impacto directo sobre el medio natural debido a la pérdida de cubierta vegetal, erosión de suelos, emigración de la fauna, modificación de formas de vida mediante invasión de asentamientos humanos irregulares, demanda de vivienda y de servicios públicos municipales, invasión de zonas agropecuarias, atención a la salud y en consecuencia, demanda de bienes obras y servicios; esto se traduce en un crecimiento de costos para el erario estatal (Reynoso y Alvarado, 2008).

Tabla 25.- Comparación en la distribución territorial de la poblacional de Nicolás Romero en función del tamaño de las localidades. De SEDESOL (2010); De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

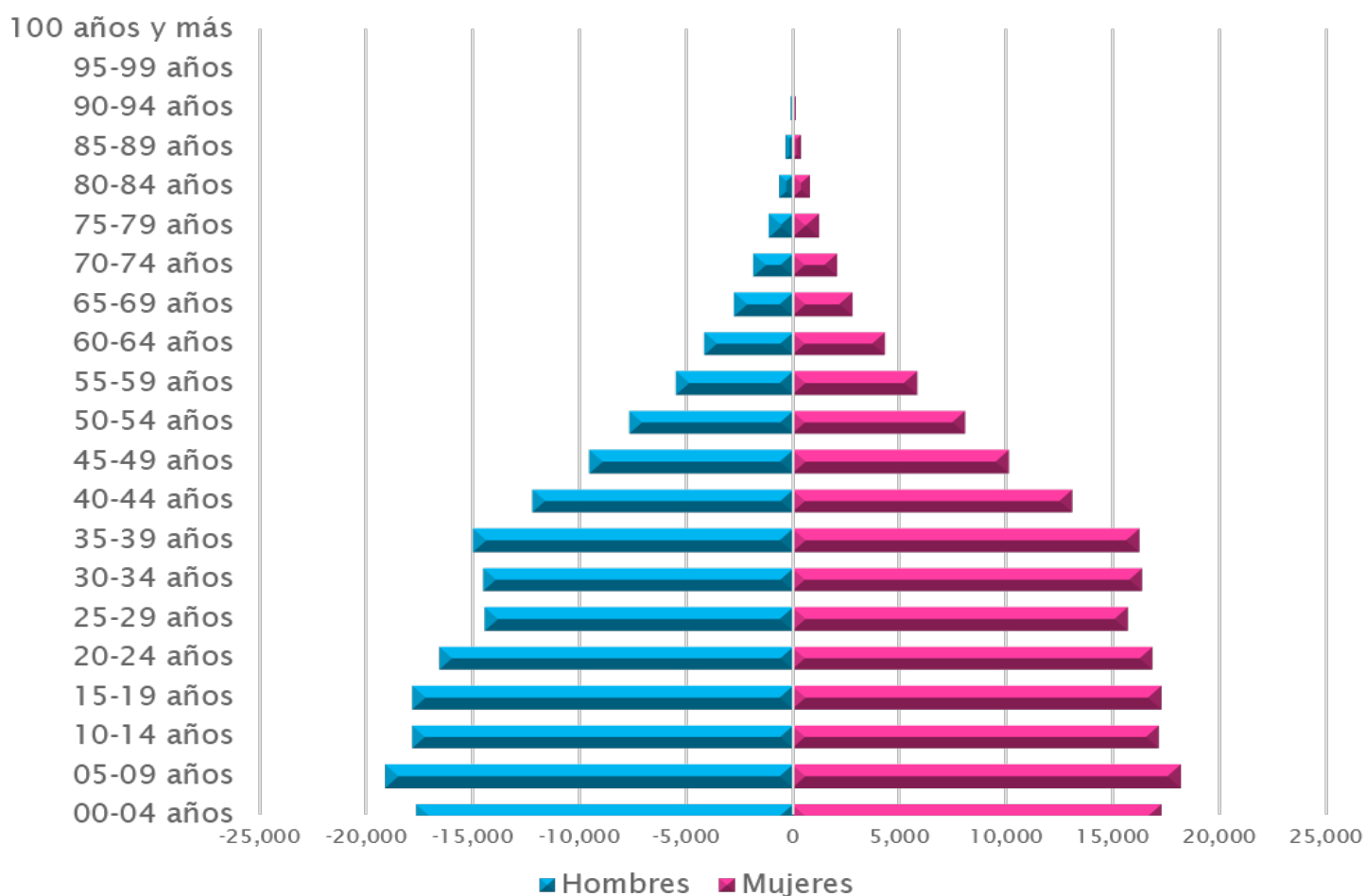
Clasificación	Tamaño (No. de habitantes)	2005		2010	
		Localidades	Población	Localidades	Población
	total	43	306532	43	366602
Localidades rurales pequeñas	menos de 2,500	33	18281	30	18402
	1 a 99	9	307	7	257
	100 a 499	11	3970	7	2650
	500 a 999	7	4878	10	7269
	1000 a 2499	6	9126	6	8226
Localidades rurales medianas	de 2500 a 14999	9	45453	12	66401
	2500 a 4999	7	27178	7	25813
	5000 a 14999	2	18275	5	40588
Localidades urbanas	15000 y más	1	242798	1	281799
	15000 a 49999	*	*	*	*
	50000 a 99999	*	*	*	*
	100000 a 499999	1	242798	1	281799
	500000 y más	*	*	*	*

8.2.1.4.- ESTRUCTURA POBLACIONAL

La composición de una población según la edad y el género es lo que se denomina la estructura de población, uno de los elementos básicos de la dinámica demográfica. Es así que se observó la estructura poblacional de Nicolás Romero por medio de una gráfica poblacional por grupos quinquenales y por género (*Ver gráfica_6*), cuya tendencia es similar al observado en las proyecciones de la población mexicana elaboradas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) que indican que en 2014 residían en el territorio nacional casi 120 millones de habitantes, de los cuales 51.2 % eran mujeres y 48.8 % hombres, es decir, casi 2.8 millones de mujeres más que hombres (INEGI, 2014).

Esta tendencia se refleja en el municipio, puesto que la población femenina representa el 50.85 % de la población total siendo la Cabecera Municipal la que más mujeres alberga, entretanto la localidad con menor registro de mujeres es El Puerto de los Huizaches con apenas 9 mujeres. La población masculina abarca el 49.19% del total de la población, al igual que en el caso de la población femenina las localidades con mayor y menor número de hombres fueron la Cabecera Municipal y El Puerto los Huizaches respectivamente (*Ver anexo_I_mapa_21*).

Esta relativa equidad en los grupos por género ha de promover las condiciones que den lugar a la igualdad de tratos y de oportunidades, a la no discriminación y el ejercicio de los derechos humanos y garantías individuales, además de una equitativa participación en la vida política, cultural, económica y social de éste municipio.



Gráfica 6.- Estructura poblacional de Nicolás Romero por edad y género. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

Hablando de la estructura por edad, de acuerdo con las proyecciones que el INEGI (2014) tiene para todo el país, la tendencia a la baja de la fecundidad presentada en el 2014 se reflejará en la contracción de los seis primeros grupos de edad en la pirámide de 2030, más intensamente en los grupos con edades de 0 a 19 años y una relativa estabilidad en la grupos de 30 a los 44 años. A su vez, habrá aumento de los grupos quinquenales de mayores de 45 años, de lo que resultará un aumento en el número de adultos mayores, no obstante, México continuará siendo un país con una proporción importante de población joven.

Esta tendencia también ha concordado con lo observado en la estructura poblacional por grupos de edad de Nicolás Romero (*Ver anexo_I_mapa_22 y tabla26*), pues la población predominante en el municipio es la juvenil en un 66.44 % a pesar de que se muestra una tendencia para el 2010 de decremento de la población en un 1.34 %, y a su vez un incremento en la población de adultos del 0.82 % y de los ancianos (0.52 %).

Tabla 26.- Estructura poblacional por grupos de edad. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

	2005	2010
Grupos de edad	Porcentaje	Porcentaje
Jóvenes (0-14 años)	30.83	29.49
Adultos (15-64 años)	65.62	66.44
Ancianos (65 y más)	3.55	4.07

Esta información bien se puede traducir en un próximo descenso paulatino en la fecundidad y la mortalidad, mismo que se traducirá en modificaciones de la estructura por edad y sexo de la población en un futuro cercano.

8.2.2 CONDICIÓN SOCIAL

8.2.2.1 HOGARES

Para este criterio se consideró un hogar por cada vivienda particular habitada registrada en el municipio (*Ver anexo_1_mapa_23 y tabla27*). Con base en el Censo de Población y vivienda 2010, se registró un total de 90,305 hogares.

La localidad Villa Nicolás Romero fue la que presentó mayor número de hogares (70,126) representando el 78 % de hogares a nivel municipal. Entre los registros existentes de manera individual 32 localidades no superan el 1 % de total a nivel municipal, y junto a las 10 localidades restantes son el 22 %.

El número de ocupantes en viviendas particulares es 363,422 a nivel municipal, lo cual implica que el promedio de ocupación de cada hogar es de 4 habitantes por hogar. De manera general, las localidades Loma de San José, San José los Barbechos (Los Barbechos), Colonia los Tubos, Ejido Magú, Las Milpitas y Los Pilares son aquellas que rebasan el promedio de número de ocupantes por hogar.

Éstos resultados muestran que la concentración poblacional del municipio está dada principalmente en la localidad “Villa Nicolás Romero”, esto puede estar dado, ya que como zona centro y cabecera municipal, la mayoría de los servicios, productos, instituciones, actividades económicas, culturales, se concentran en esta zona, generando que gran parte de la población intente ubicarse ahí.

En el caso de la localidad de Veintidós de Febrero se establece como el segundo punto de concentración de la población, que si bien alberga un porcentaje de la población mucho menor que de la localidad “Nicolás Romero” se encuentra en un proceso de expansión de acuerdo con los apartados anteriores. Con respecto al promedio de ocupación en cada hogar, este presenta un comportamiento más o menos homogéneo en todas las localidades que presentan de 1.71 a 5.5 habitantes por hogar. Así mismo, el promedio general de ocupación en el municipio (4 habitantes por hogar) puede arrojar una referencia acerca de la composición familiar, infiriendo que el promedio de personas por familia sea similar al promedio de ocupación.

Tabla 27.- Total de hogares en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

Localidad	Total de hogares	Número de ocupantes	Promedio de habitante por hogar	Localidad	Total de hogares	Número de ocupantes	Promedio de habitante por hogar
Ranchería los Duraznos	7	12	1.71	Loma de Chapultepec	198	812	4.1
Los Pilares	8	44	5.5	Barrio de Guadalupe	232	945	4.07
Ejido Magú	9	42	4.67	San José	272	1191	4.38
La Cantera	9	30	3.33	Colonia el Mirador	286	1168	4.08
Las Milpitas	12	59	4.92	Caja de Agua	320	1420	4.44
Las Majas	14	62	4.43	Loma de Guadalupe (La Biznaga)	322	1271	3.95
Las Espinas	36	131	3.64	Loma del Río	344	1316	3.83
Ampliación el Rosario	79	297	3.76	El Esclavo	421	1860	4.42
El Tanque	91	392	4.31	Loma de San José	560	2541	4.54
Pueblo Nuevo	99	381	3.85	Colonia Morelos	596	2557	4.29
La Concepción (El Escobal)	111	442	3.98	Puerto Magú	824	3427	4.16
Barrio de la Luz	117	493	4.21	Loma Larga	910	3933	4.32
La Estancia	135	493	3.65	San Miguel Hila	923	3932	4.26
Colonia San Miguel	142	581	4.09	Transfiguración	969	4002	4.13
San José los Barbechos (Los Barbechos)	142	658	4.63	San Francisco Magú	1191	4962	4.17
Joya del Tejocote	155	680	4.39	San José el Vidrio	1259	5198	4.13
Colonia los Tubos	163	756	4.64	Santa María Magdalena Cahuacán	1316	5276	4.01
Puentecillas Cahuacán	164	735	4.48	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	1333	5789	4.34
Miranda	165	659	3.99	Progreso Industrial	2770	11253	4.06
San Juan de las Tablas	172	713	4.15	Veintidós de Febrero	3111	13009	4.18
Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	192	724	3.77	Villa Nicolás Romero	70126	279176	3.98

8.2.2.2 JEFATURA EN HOGARES

La jefatura en hogares de las localidades de Nicolás Romero para el año 2010 tiene tendencia al género masculino (*Ver anexo_I_mapa_24 y Ver gráfica_7*), puesto que no hubo una sola localidad en la que se presentara dominancia de jefatura femenina.

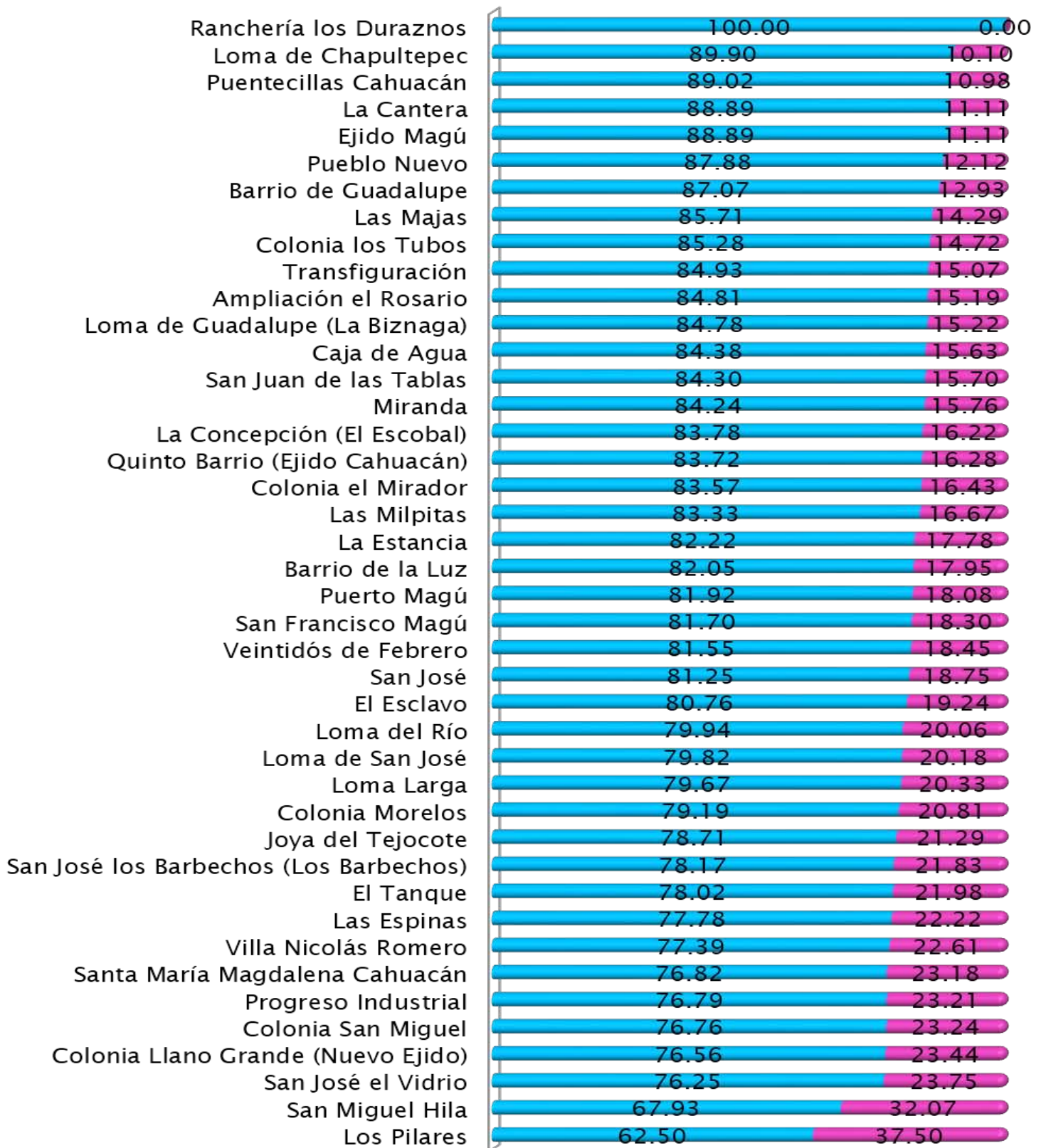
Fue en la Ranchería los Duraznos donde se presentó el 100 % de jefatura masculina y la localidad los pilares en la que se presentó menor porcentaje de jefatura masculina con un 62.5 % en comparación con el año 2005 (*Ver gráfica_8*), el municipio contaba con tres localidades con un 100 % de jefatura masculina (Ampliación el Rosario, La Cantera y Las Majas, y era la localidad Progreso industrial en que se veía una mayor cantidad de hogares con jefatura femenina en un 24.37 %.

De manera general se encontró entre el 2005 y el 2010 un incremento paulatino de la jefatura femenina en los hogares de Nicolás Romero, esto posiblemente asociado a un aumento en el número de madres solteras y una mayor inclusión del sexo femenino en el campo laboral.

La tendencia que siguen las localidades de Nicolás Romero en ambos años respecto a la jefatura tiende a ser masculina. No obstante, para el año 2010 se ha visto un incremento de jefatura femenina, por lo que es menester la creación de convenios de colaboración para el Desarrollo de Acciones en Materia de Igualdad Laboral y no Discriminación, a fin de coadyuvar de manera coordinada en la erradicación de la discriminación que obstaculiza y condiciona el acceso de las mujeres a un trabajo remunerado en igualdad de condiciones.

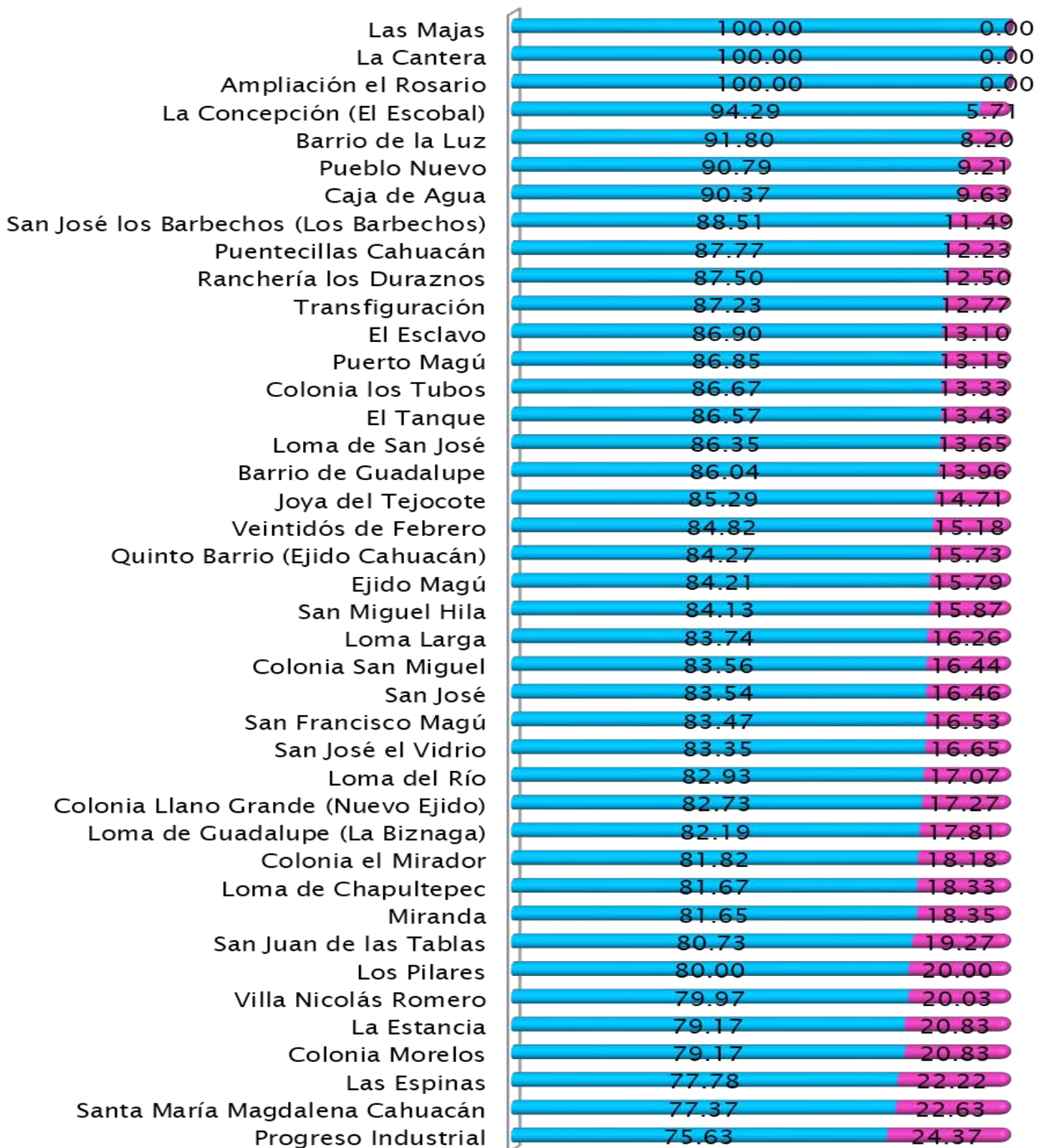
Por ejemplo, en tierras de uso pecuario, alternativas como la agricultura de conservación, permacultura, la agrodiversidad, agroturismo, etc. reducen mano de obra e incrementan productividad, por lo que permitiría una mayor inclusión de población femenina dentro de estas actividades, mejorando su calidad de vida y la de su familia (Sánchez, 2014).

■ Masculino ■ Femenino



Gráfica 7.- Jefatura en hogares del municipio Nicolás Romero, 2010. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

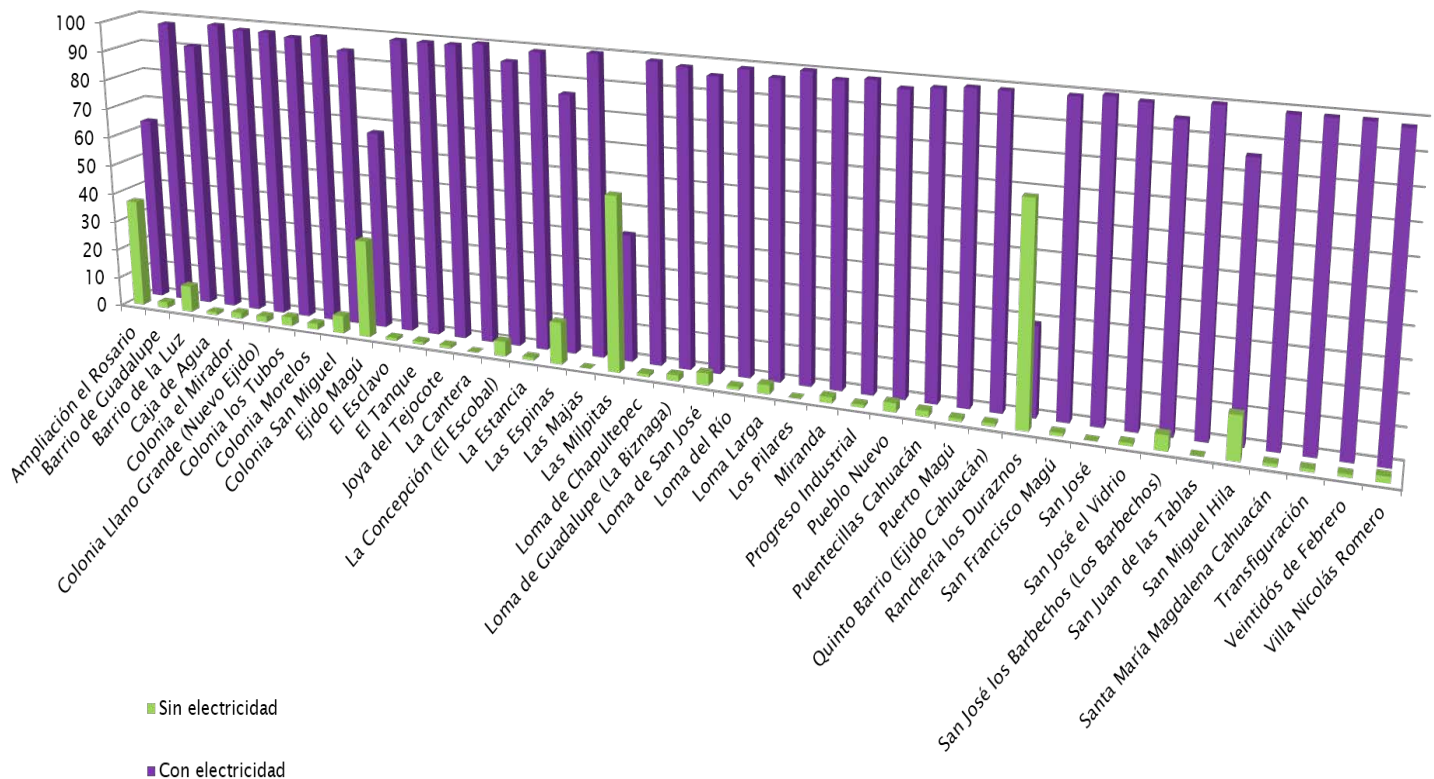
■ Masculino ■ Femenino



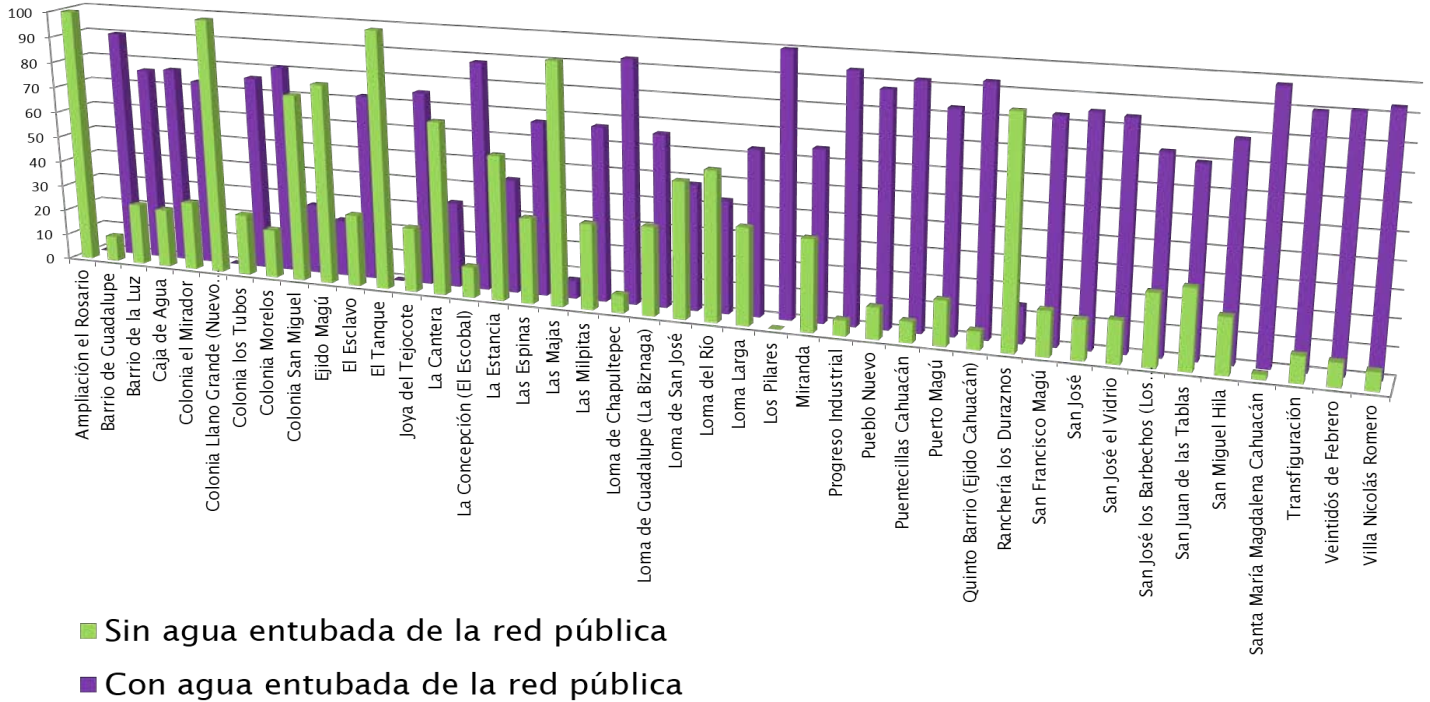
Gráfica 8.- Jefatura en hogares del municipio Nicolás Romero, 2005. De Censo de población y vivienda INEGI (2005a).

8.2.2.3 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS EN HOGARES

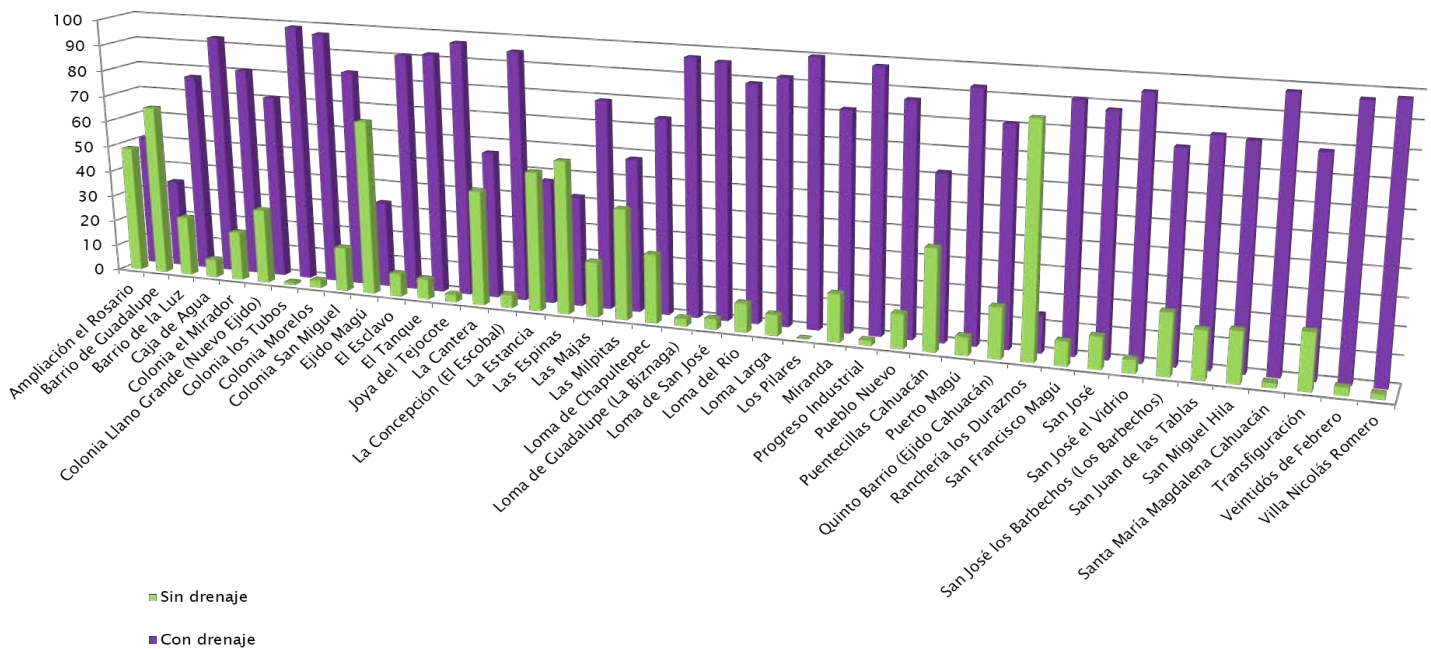
En cuanto a los servicios, se consideró en las viviendas particulares habitadas la disponibilidad de electricidad, agua entubada de la red pública y drenaje para el año 2010. Hablando de la electricidad (*Ver gráfica_9*), sólo dos localidades con un 29 % en la ranhería los Duraznos y un 42 % en las milpitas son los lugares en que más de la mitad de los hogares no cuentan con éste servicio. De agua potable (*Ver gráfica_10*), son 11 de 43 localidades (Ampliación el Rosario, Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido), El Tanque, Las Majas, Ranhería los Duraznos, Ejido Magú, Colonia San Miguel, La Cantera, Loma del Río, La Estancia, Loma de San José) las que superan sus respectivas medias en la escases de éste servicio y en cuanto a drenaje (*Ver gráfica_11*), son 5 las localidades (Ranhería los Duraznos, Ejido Magú, Barrio de Guadalupe, Las Espinas, La Estancia) que no superan la media.



Gráfica 9.- Servicio de electricidad en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).



Gráfica 10.- Servicio de agua entubada de la red pública en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).



Gráfica 11.- Servicio de drenaje en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

La carencia de estos servicios, además de que obliga a vivir de maneras más complicadas a las familias afectando su calidad de vida y dificultan la ejecución de las actividades diarias, aunado a que esta carencia incide negativamente en las condiciones de salubridad.

A su vez, esta situación es un claro reflejo de una inadecuada administración del erario público. En los aspectos evaluados, las localidades más afectadas por parte de estos servicios son Ranchería los Duraznos, Ejido Magú y la Estancia, de igual manera esto alude a que existen zonas dentro del ámbito rural y urbano, en las cuales se da una desigualdad social y de oportunidades.

8.2.3 CONDICIÓN HISTÓRICO-CULTURAL

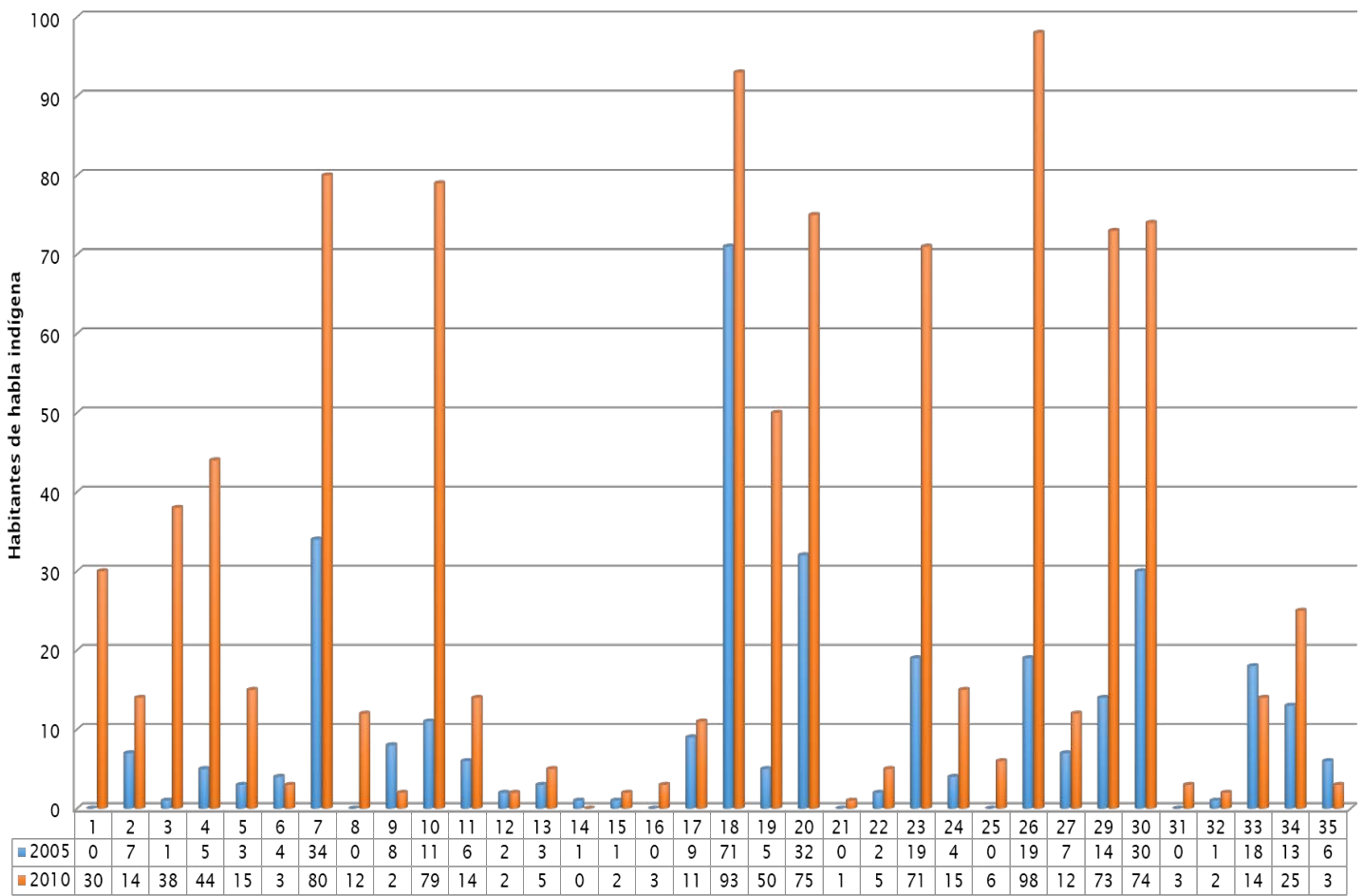
8.2.3.1 POBLACIÓN INDÍGENA

México es un país caracterizado por una gran riqueza histórica y cultural y una amplia diversidad poblacional; en buena medida, la población indígena confiere estas características, tanto por su trayectoria histórica, como por su contrastante situación socioeconómica (INEGI, 2004). Y es por eso que el hablar una lengua indígena es un elemento vital en la identidad de las comunidades de nuestro país, por eso INEGI considera ésta característica dentro de la información censal de cada 5 años.

A lo largo de su historia, los censos de población han aproximado el volumen y la ubicación de la población indígena del país mediante la identificación de las lenguas indígenas.

Siendo así que en el análisis de la población indígena por localidad con base en el censo de población y vivienda del año 2010 (*Ver anexo_I_mapa_25*), en comparación con el del 2005, mostró que en las localidades cuyo rango de habitantes de habla indígena (independientemente que también hablen español o no), no superan los 100 habitantes, ha tenido una ligera tendencia a incrementar (*Ver gráfica_12*).

Únicamente 3 de 43 localidades ha superado los 100 habitantes en un periodo de 5 años: 1) San Francisco Magú (de 241 a 227 habitantes), 2) Veintidós de Febrero (de 223 a 365 habitantes), 3) Villa Nicolás Romero (de 3399 a 4555 habitantes).



Gráfica 12.- Población de habla indígena de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).

1 = Ampliación el Rosario; 2 = Barrio de la Luz; 3 = Caja de Agua; 4 = Colonia el Mirador; 5 = Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido); 6 = Colonia los Tubos; 7 = Colonia Morelos; 8 = Colonia San Miguel; 9 = Ejido Magú; 10 = El Esclavo; 11 = El Tanque; 12 = Joya del Tejocote; 13 = La Concepción (El Escobal); 14 = La Estancia; 15 = Las Majas; 16 = Loma de Chapultepec; 17 = Loma de Guadalupe (La Biznaga); 18 = Loma de San José; 19 = Loma del Río; 20 = Loma Larga; 21 = Los Pilares; 22 = Miranda; 23 = Progreso Industrial; 24 = Pueblo Nuevo; 25 = Puentecillas Cahuacán; 26 = Puerto Magú; 27 = Quinto Barrio (Ejido Cahuacán); 29 = San José; 30 = San José el Vidrio; 31 = San José los Barbechos (Los Barbechos); 32 = San Juan de las Tablas; 33 = San Miguel Hila; 34 = Santa María Magdalena Cahuacán; 35 = Transfiguración

La dispersión de la población indígena en localidades pequeñas, si bien influye en la cohesión comunitaria, también constituye un reto para la aplicación de programas de desarrollo y bienestar social. Las cifras censales muestran el contraste entre el asentamiento de la población hablante y el conjunto nacional; los hablantes se ubican preferentemente en localidades rurales, es decir de menos de 2,500 habitantes, en donde residen 62 de cada 100, mientras que en el país 61 personas de cada 100 de la población total habitan en localidades mayores de 15,000 habitantes (INEGI, 2004), fenómeno parecido al presentado en el municipio (pues las localidades menos pobladas tienen mayor presencia de habitantes de habla indígena).

Este sector puede tener un rezago en la educación y derechohabencia (por no ser trabajadores asalariados), discriminación y falta de oportunidades. Por tanto, resulta necesarios evaluar su condición y crear planes y convenios de colaboración para el Desarrollo de Acciones en Materia de Igualdad Laboral y no Discriminación, a fin de coadyuvar de manera coordinada en la erradicación de la discriminación que obstaculiza y condiciona el acceso de población indígena a un trabajo remunerado en igualdad de condiciones.

8.2.3.2 PUNTOS DE INTERÉS HISTÓRICO

No existen puntos de relevancia federal o estatal (salvo las tres áreas naturales protegidas previamente mencionadas). No obstante existen días festivos que hacen de los sitios de celebración puntos de interés local.

Entre las festividades cívicas más sobresalientes son: 1) 5 de febrero (día de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos), 2) 24 de febrero (día de la bandera de México), 3) 16 de septiembre (conmemoración del grito de dolores), 4) 20 de noviembre (conmemoración de la revolución mexicana. En algunas de estas celebraciones hay elementos decorativos en las calles, ya sea por particulares o en las vías públicas. Los actos cívicos se realizan por las escuelas o por el ayuntamiento.

Entre las festividades religiosas se encuentra la fiesta dedicada al santo patrono de cada pueblo, realizándose una fiesta patronal en las respectivas parroquias, por ejemplo la Iglesia de San Isidro Labrador, la Iglesia de San Miguel Hila, la Iglesia de Transfiguración, la Iglesia de San Francisco Magú, la Iglesia de Cahuacán, la Iglesia de la Colmena, etc.

8.2.3.3 ÍNDICE DE ANTROPIZACIÓN

Éste índice hace referencia a la relación entre cubiertas del terreno naturales con respecto de las coberturas que resultan de la influencia antrópica directa. El índice permite una primera aproximación hasta el grado de impacto expresado a través de la relación cobertura natural/no natural del municipio (*Ver anexo_I_mapa_26*).

Para generar ésta información para el municipio de Nicolás Romero la categoría natural incluyó las formaciones de uso forestal.

La categoría antrópica comprendió cultivos, pastizales cultivados e inducidos y asentamientos urbanos, etc. Y fue la relación en superficie entre estas dos categorías la que representó el grado de antropización del territorio. La cobertura antrópica abarca el 69.1 % del territorio municipal (247,157 píxeles), respecto a la cobertura natural que es el 30.9 % (110,385 píxeles).

Este índice muestra que dos terceras partes del territorio estudiado ha sido modificado e impactado por las actividades humanas y que poco menos de una tercera parte presenta una cobertura natural, la cual se encuentra muy fragmentada y perturbada, por tanto, de no tomarse medidas pertinentes, pronto los sistemas naturales desaparecerán por completo.

8.2.3.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS

Por lo que respecta al crecimiento urbano, si se observa el mapa de uso de suelo y vegetación actual (*Ver anexo_I_mapa_14*), es muy notoria la presencia de una gran cantidad de asentamientos humanos dispersos por toda la superficie del municipio.

Para hacer una evaluación y análisis del impacto de éste fenómeno se estimó el nivel de urbanización y dispersión de los poblados por medio del Índice de Clark-Evans o Índice Rn.

Este índice explica qué tan concentrado se encuentra el sistema urbano regional y cuál es su tendencia (*Ver figura_10*), además de la relación entre el número de localidades (sin importar su tamaño) y la distancia que hay entre ellas (*Ver tabla_28*) es decir, es una medida de distribución espacial de los asentamientos (Racionero, 1981).

El índice obtenido fue de 0.01, lo que claramente muestra que el municipio de Nicolás Romero presenta una distribución concentrada. Eso señala que los sistemas más adecuados para el desarrollo económico son aquellos que tienden a adoptar una distribución uniforme u homogénea en el territorio. De acuerdo con lo anterior se tiene que el municipio de Nicolás Romero presenta las mejores condiciones para el desarrollo económico y mayor facilidad para la urbanización. Si fuese el caso contrario la urbanización sería más difícil y costosa.

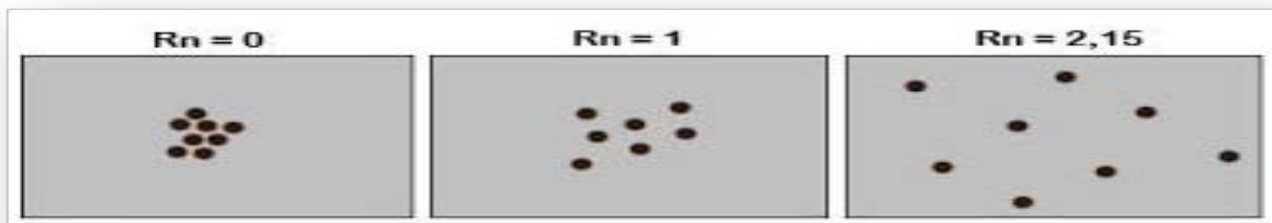


Figura 10.- Asociación entre el valor R_n y el tipo de patrón de arreglo que presentan las localidades. De Muñoz (2009).

Tabla 28.- Distancias entre localidades más cercanas del municipio de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

Número de localidad	Localidad	Localidad más cercana	Distancia (Km)
1	Ampliación el Rosario	Villa Nicolás Romero	4.26
2	Barrio de Guadalupe	Loma de Chapultepec	1.80
3	Barrio de la Luz	Ejido Magú	1.17
4	Caja de Agua	Colonia los Tubos	0.52
5	Colonia el Mirador	El Esclavo	1.58
6	Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	El Tanque	0.87
7	Colonia los Tubos	Joya del Tejocote	0.44
8	Colonia Morelos	Joya del Tejocote	1.20
9	Colonia San Miguel	San José el Vidrio	0.68
10	Ejido Magú	Barrio de la Luz	1.17
11	El Esclavo	Puerto Magú	0.98
12	El Tanque	Loma del Río	0.81
13	Joya del Tejocote	Colonia los Tubos	0.44
14	La Cantera	Transfiguración	1.25
15	La Concepción (El Escobal)	San José el Vidrio	1.35
16	La Estancia	Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	1.70
17	Las Espinas	Puentecillas Cahuacán	1.92
18	Las Majas	Paredño (Rancho Paredño)	1.41
19	Las Milpitas	Los Pilares	1.16
20	Loma de Chapultepec	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	1.15
21	Loma de Guadalupe (La Biznaga)	Colonia el Mirador	1.62
22	Loma de San José	Colonia Morelos	1.29
23	Loma del Río	El Tanque	0.81
24	Loma Larga	Colonia Morelos	1.35
25	Los Pilares	Miranda	1.06
26	Miranda	San José los Barbechos (Los Barbechos)	0.83
27	Paredño (Rancho Paredño)	Santa María Magdalena Cahuacán	1.11
28	Progreso Industrial	Colonia los Tubos	0.94
29	Pueblo Nuevo	San José	1.71
30	Puentecillas Cahuacán	Las Espinas	1.92
31	Puerto Magú	El Esclavo	0.98
32	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	Loma de Chapultepec	1.15
33	Ranchería los Duraznos	Colonia San Miguel	1.48
34	San Francisco Magú	San José	0.46
35	San José	San Francisco Magú	0.46
36	San José el Vidrio	Colonia San Miguel	0.68
37	San José los Barbechos (Los Barbechos)	Santa María Magdalena Cahuacán	0.72
38	San Juan de las Tablas	Los Pilares	2.79
39	San Miguel Hila	Loma del Río	2.76
40	Santa María Magdalena Cahuacán	San José los Barbechos (Los Barbechos)	0.72
41	Transfiguración	La Cantera	1.25
42	Veintidós de Febrero	Loma del Río	1.27
43	Villa Nicolás Romero	Loma de San José	2.38
Distancia promedio			1.29

8.2.4 CONDICIÓN ECONÓMICA

8.2.4.1 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Es un indicador claro de los sectores productivos predominantes dentro de un área concreta. Es así que para la población económicamente activa se registró que la localidad El Jagüey tiene los valores más bajos con tan solo 5 personas, mientras que la Cabecera Municipal presenta los registros más altos con 16,783 personas (*Ver tabla_29*). A nivel municipal, de la población económicamente activa el 63.33 % son hombres y el 36.66 % son mujeres (*Ver gráfica_13*) repartidos en los sectores primario (el que menos empleo genera), sector secundario (industria de la transformación y manufactura) y sector terciario (servicios).

La población económicamente activa se puede clasificar teniendo en cuenta varios criterios como: la rama o sector de actividad, la ocupación, la situación profesional, etc. (Díaz, 2008), es así que en función de la información disponible es que se presenta la PEA por género. (*Ver anexo_I_mapa_27*).

Aunque no se dispone de información fiable por sectores primario, secundario y terciario, se puede decir que el la creciente preocupación por el deterioro del medio natural está determinando una transformación de la importancia que hasta ahora ha tenido el subsector forestal, considerando que es una importante fuente de recursos naturales y soporte de actividades diversas. Este cambio de mentalidad beneficiará en un futuro próximo a las zonas montañosas, que en la actualidad está viendo esta transformación con moderado optimismo.

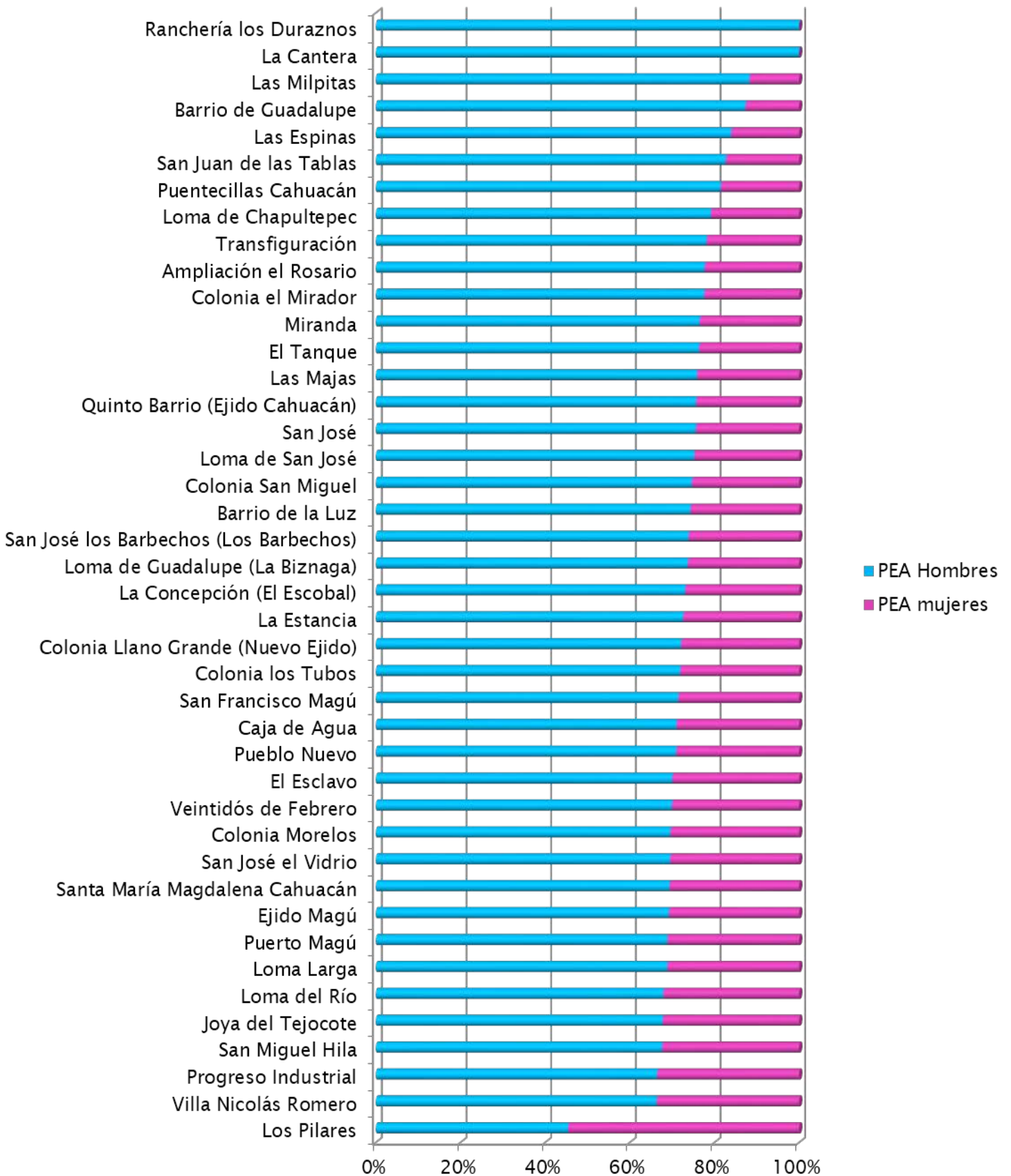
Ésta información aunada a la estructura poblacional permite hacer un cálculo de personas que se encuentran en fase de dependencia económica (de 0-14 y de 65 años o más) por cada 100 de población no dependiente (15-64 años). Éste análisis indica que en el año 2005 por cada 100 habitantes había 52 que dependían económicamente, y en el año 2010 por cada 100 habitantes son 51 los que dependen directamente, y esta razón de dependencia (*Ver tabla_30*) ha disminuido en un 2 % en un lapso de 5 años en parte porque la estructura poblacional ha permanecido relativamente estable.

Tabla 29.- Porcentaje de población económicamente activa de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

Localidad	% de PEA	Localidad	% de PEA
La Cantera	26.67	Colonia Morelos	37.54
La Estancia	27.38	Loma de Chapultepec	37.81
Las Milpitas	28.81	Colonia los Tubos	37.94
Ejido Magú	30.95	San Juan de las Tablas	38.01
San Miguel Hila	31.47	Caja de Agua	38.1
Ampliación el Rosario	32.39	El Esclavo	38.55
El Tanque	33.42	San José	38.87
Transfiguración	34.16	Loma del Río	39.06
Barrio de Guadalupe	35.03	San José el Vidrio	39.39
Veintidós de Febrero	35.04	Loma de Guadalupe (La Biznaga)	39.5
Puentecillas Cahuacán	35.09	Puerto Magú	39.67
La Concepción (El Escobal)	35.29	San Francisco Magú	40.15
Miranda	35.51	Santa María Magdalena Cahuacán	40.2
Colonia Llano Grande (Nuevo Ejido)	35.64	Joya del Tejocote	40.59
Colonia San Miguel	35.97	Progreso Industrial	40.63
Colonia el Mirador	36.64	Loma Larga	40.94
Pueblo Nuevo	37.01	Villa Nicolás Romero	41.56
Barrio de la Luz	37.12	Las Espinas	42.75
Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	37.17	Las Majas	46.77
San José los Barbechos (Los Barbechos)	37.23	Los Pilares	50
Loma de San José	37.47	Ranchería los Duraznos	58.33

Tabla 30.- Razón de dependencia de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

Año	0-14 años	15-64 años	65 y más	Razón de dependencia
2010	107160	241429	14775	50.51
2005	114142	242950	13126	52.38



Gráfica 13.-Porcentaje de población económicamente activa por género de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).

8.2.4.2 POBREZA

Para presentar ésta característica de la población en el SIGMA, se obtuvieron los porcentajes disponibles del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social calculado respecto a la población total del municipio (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2008).

El porcentaje de pobreza alimentaria (la incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar en comprar sólo los bienes de dicha canasta) para el municipio del 2000 al 2005 disminuyó del 12.8 % al 12.5 %. Por otra parte, la insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y educación, aun dedicando el ingreso total de los hogares nada más que para estos fines, una variante llamada pobreza de capacidades aumentó del 20.0 % al 22.0 % en el mismo periodo.

Finalmente, el grado de pobreza de capacidades más grande que se refiere a la insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar fuera utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios aumentó del 46.1 % al 53.1 %, para el municipio del 2000 al 2005.

Con base en esta información se puede constatar el nivel de pobreza, que a pesar de ser significativa, se encuentra por debajo de la media. Esto se puede deber a la ubicación geográfica del municipio, como parte de la zona metropolitana del valle de México. En ese sentido, (CONAPO, 2011) señala que las zonas aledañas al DF presentan bajos grados de pobreza.

Probablemente sea causa de la concentración de las administraciones públicas y recursos en esta zona. No obstante, al hacer un análisis de factores previos como lo fue la disponibilidad de servicios, la cantidad de hogares, etc. Ha predispuesto algunas condiciones de pobreza producto de la desigualdad de oportunidades y beneficios sociales, siendo las localidades más afectadas Ranchería los Durazos, Ejido Magú y la Estancia.

Y por lo mismo, tal cual se ha planteado en descripciones previas, es necesario crear planes y convenios de colaboración para el Desarrollo de Acciones en Materia de Igualdad y no Discriminación, a fin de coadyuvar de manera coordinada en la erradicación de la discriminación que obstaculiza y condiciona el acceso de población, sin importar nacionalidad, género, raza, religión ni ninguna otra condición social a un trabajo remunerado en igualdad de condiciones.

8.2.4.3 INFRAESTRUCTURA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

Con base en la digitalización de una imagen pancromática de la interfaz de Google Earth, se realizó la digitalización de núcleos urbanos, terracerías y carreteras asfaltadas (*Ver anexo_I_mapa_28*). De núcleos urbanos, se contabilizaron 5 grandes polígonos sumando un área de 6,840.95 ha; un total de 142.73 Km de terracerías y 35.83 Km de carreteras asfaltadas que conectan a los respectivos núcleos urbanos.

Este esquema de distribución muestra que las líneas de transporte responden a un establecimiento espontáneo de los núcleos urbanos, puesto que la demanda y estado de vías que comuniquen las respectivas localidades es inminente (pues existen más terracerías), con la desarticulación del territorio.

Peña y colaboradores (1997) señala como conectividades mínimas entre los centros urbanos a nivel interprovincial la “conexión funcional (de ida y vuelta) de todas las entidades menores de población y municipios de cada ámbito básico con seis centros básicos funcionales.

En el municipio las conexiones de las localidades más pobladas, localidades intermedias y localidades menos pobladas no está mucho mejor, puesto que existen deficiencias en la conexión de los respectivos núcleos urbanos que no están completamente conectados entre sí, además que las conexiones intermunicipales no son de fácil acceso para algunas localidades de la parte N-E de Nicolás Romero respecto al municipio Isidro Fabela y Atizapán de Zaragoza.

Aunado a esto, la falta de datos sobre el transporte público y privado, no permite un correcto análisis de la funcionalidad de éstas vías de comunicación entre localidades; además, con la estructura socio-productiva y político-administrativa existente en el área de Villa Nicolás Romero manifiesta la morfoestructura de asentamientos humanos y en el modo en que el territorio es ocupado. Esto último tiene relación con el grado de dispersión y los tipos de hábitat generados.

8.3 APLICACIÓN DEL SIGMA EN MODELOS TERRITORIALES

8.3.1 CAMBIO DE USO DE SUELO

De acuerdo con los registros de los años 1970, 2005 y 2011 (*Ver anexo_I_mapa_14, anexo_I_mapa_29, anexo_I_mapa_30*), el uso de suelo y vegetación del municipio se compone de zonas agrícolas, urbanas, pecuarias y forestales (*Ver gráfica_5, gráfica_14, gráfica_15*). La temporalidad se ha traducido en un cambio significativo en el porcentaje de ocupación de los mismos.

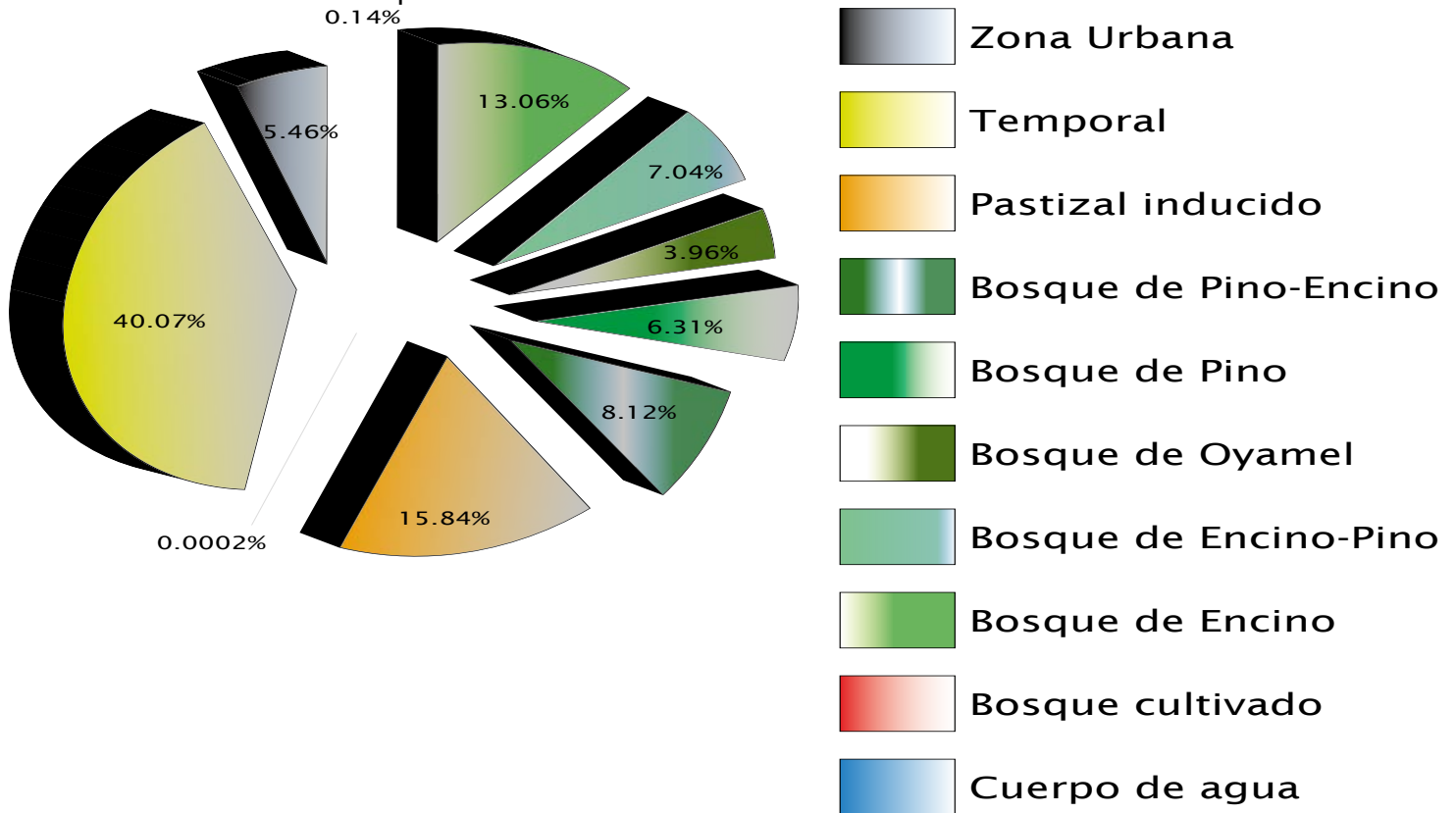
Con base en los grupos más representativos se realizaron las reclasificaciones homologadas para comparar la superficie (en hectáreas) y pixel por pixel el cambio de los atributos del uso de suelo respecto a la base de datos de la cartografía de 1970, por ser la más antigua (*Ver tabla_31*).

El criterio de agrupación fue el origen de los usos de suelo en: (i) cuerpos de agua (H₂O), que incluye los perennes y los intermitentes, (ii) influencia antrópica directa (IAD), en la que se incluyen las zonas desprovistas de vegetación y la que involucra cultivos inducidos, como zonas de uso agrícola, pecuario y bosques artificiales, (iii) vegetación no densa (VND), en la que se encuentran las asociaciones especiales de vegetación como matorrales, chaparrales, y los bosques menos densos (de un solo tipo de árbol), y finalmente (iv) Vegetación densa (VD) involucra las formaciones vegetales más densas en su concepto fisionómico, estas serían las zonas forestales en que predomine más de un tipo de vegetación (*Ver gráfica_16*).

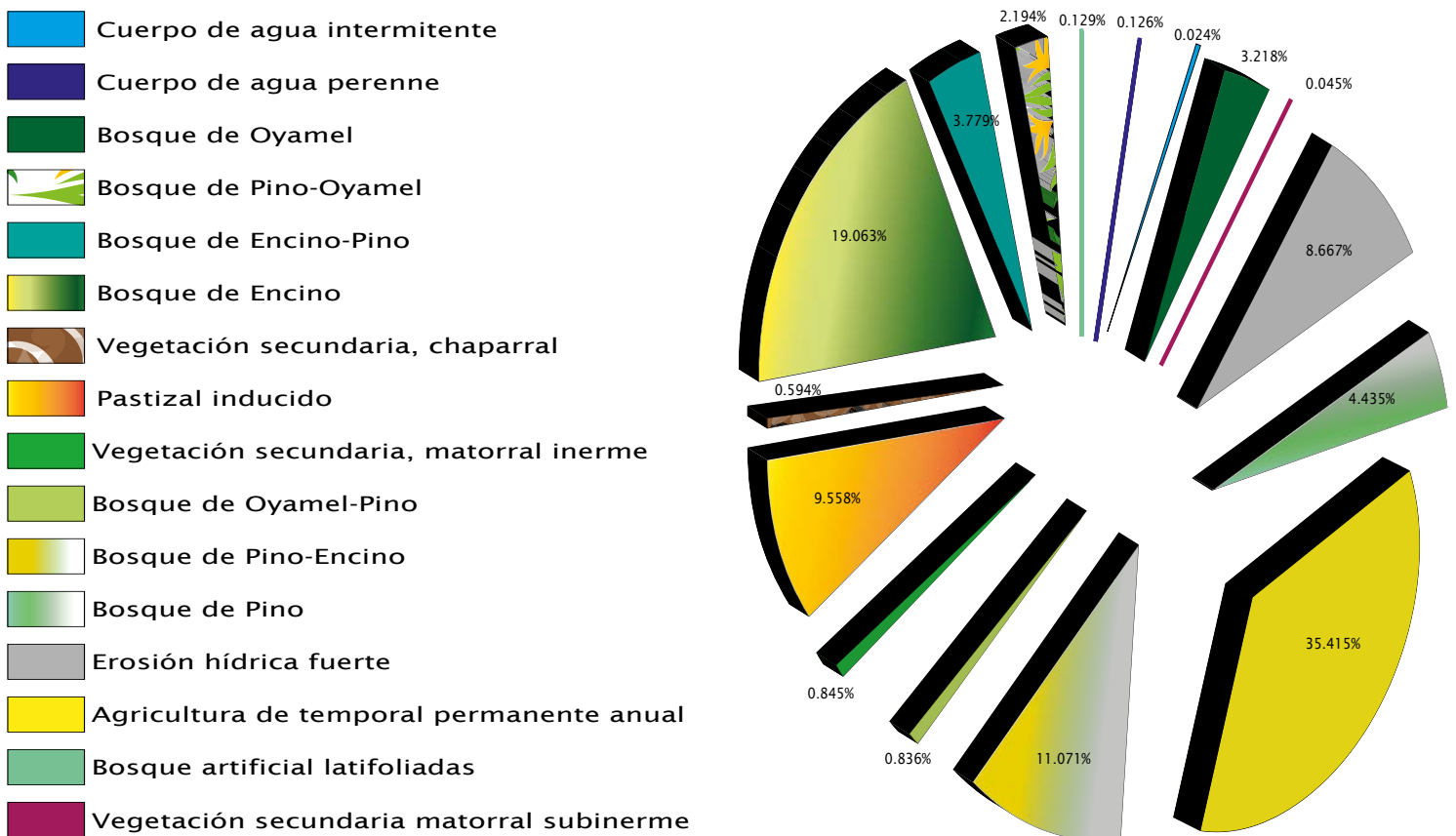
Tras la homologación de grupos temáticos se realizó cartografía temática (*Ver anexo_I_mapa_31*), y con base en la superficie de cobertura vegetal de cada categoría homologada (*Ver tabla_32*) se realizó una matriz de transición para representar la cantidad y el tipo de cambio de la cobertura a través de 41 años, información tanto raster como vectorial (*Ver tabla_33*).

Es menester resaltar que estos resultados no tienen un alcance más allá de la creación de un panorama general de la realidad municipal. Esto se debe principalmente a que hubo incompatibilidad de las categorías de la información disponible (los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación INEGI (2011) maneja como “no aplicable” los cuerpos de agua y el área urbana), aunado a la diferencia de escala de la cartografía de 1970 respecto a los datos vectoriales).

8.3 | APLICACIÓN DEL SIGMA EN MODELOS TERRITORIALES 97



Gráfica 14.-Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 2005. De datos vectoriales INEGI (2005b).



Gráfica 15.-Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 1970. De datos INEGI (1970a, 1970b).

Tabla 31.- Categorías de uso de suelo y vegetación de la cartografía de 1970, 2005 y 2011 y homologación usada en este estudio.

Categoría homologada		1970			2005			2011		
Clave	Entidad	Clave	Entidad	Tipo	Clave	Entidad	Tipo	Clave	Entidad	Tipo
H ₂ O	Cuerpos de agua	H ₂ O-i	Cuerpos de agua	Cuerpo de agua intermitente	H ₂ O	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	H ₂ O-i	Cuerpos de agua	Cuerpo de agua intermitente
		H ₂ O-p	Cuerpos de agua	Cuerpo de agua perenne	*	*	*	H ₂ O-p	Cuerpos de agua	Cuerpo de agua perenne
IAD	Influencia antrópica directa				ZU	Localidad	Zona urbana	*	*	*
		Eh f	Desprovisto de vegetación	Erosión hídrica fuerte	*	*	*	ADV	Desprovisto de vegetación	No aplicable
		Art A	Agrícola	Agricultura de temporal permanente anual	Ta	Área agrícola	Temporal	*	*	*
		Pi	Pecuario	Pastizal inducido	E-Pi	Pastizal	Pastizal inducido	PI	Pastizal	Pastizal inducido
		FbAL(Eu)	Forestal	Bosque artificial latifoliadas	BC	Bosque	Bosque cultivado	*	*	*
VND	Vegetación no densa	SMi	Asociación especial de vegetación	Vegetación secundaria-matorral inerme	*	*	*	*	*	*
		SMs	Asociación especial de vegetación	Vegetación secundaria-matorral subinerme	*	*	*	*	*	*
		S(Ch)	Asociación especial de vegetación	Vegetación secundaria chaparral	*	*	*	*	*	*
		FBC A	Forestal	Bosque caducifolio de oyamel	BA	Bosque	Bosque de oyamel	BA	Forestal	Bosque de oyamel
		FBC P	Forestal	Bosque caducifolio pino	BP	Bosque	Bosque de pino	BP	Forestal	Bosque de pino
		FBL(Q)	Forestal	Bosque de encino	BQ	Bosque	Bosque de encino	BQ	Forestal	Bosque de encino
VD	Vegetación densa	FBC PA	Forestal	Bosque caducifolio pino-oyamel	*	*	*	*	*	*
		FBC AP	Forestal	Bosque caducifolio oyamel-pino	*	*	*	*	*	*
		FBC (P) - FBL(Q)	Forestal	Bosque pino-encino	BpQ/VSa	Bosque	Bosque de pino-encino	BPQ	Forestal	Bosque de pino-encino
		FBL(Q) - FBC (P)	Forestal	Bosque encino-pino	BQP	Bosque	Bosque de encino-pino	BQP	Forestal	Bosque de encino-pino

Tabla 32.- Superficie de las categorías homologadas de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero.

	Superficie en 1970			Superficie en 2005			Superficie en 2011		
	ha	Pixeles	%	ha	Pixeles	%	ha	Pixeles	%
Cuerpos de Agua	360.537	530	0.15	330.142	489	0.14	270.11	402	0.11
Influencia antrópica directa	129329.174	192254	53.8	147592.614	219385	61.4	165992.839	246751	69
Vegetación no densa	67830.642	100852	28.2	56135.472	83469	23.4	46242.815	64297	18
Vegetación densa	43005.237	63930	17.9	36467.205	54202	15.2	31019.67	46086	12.9

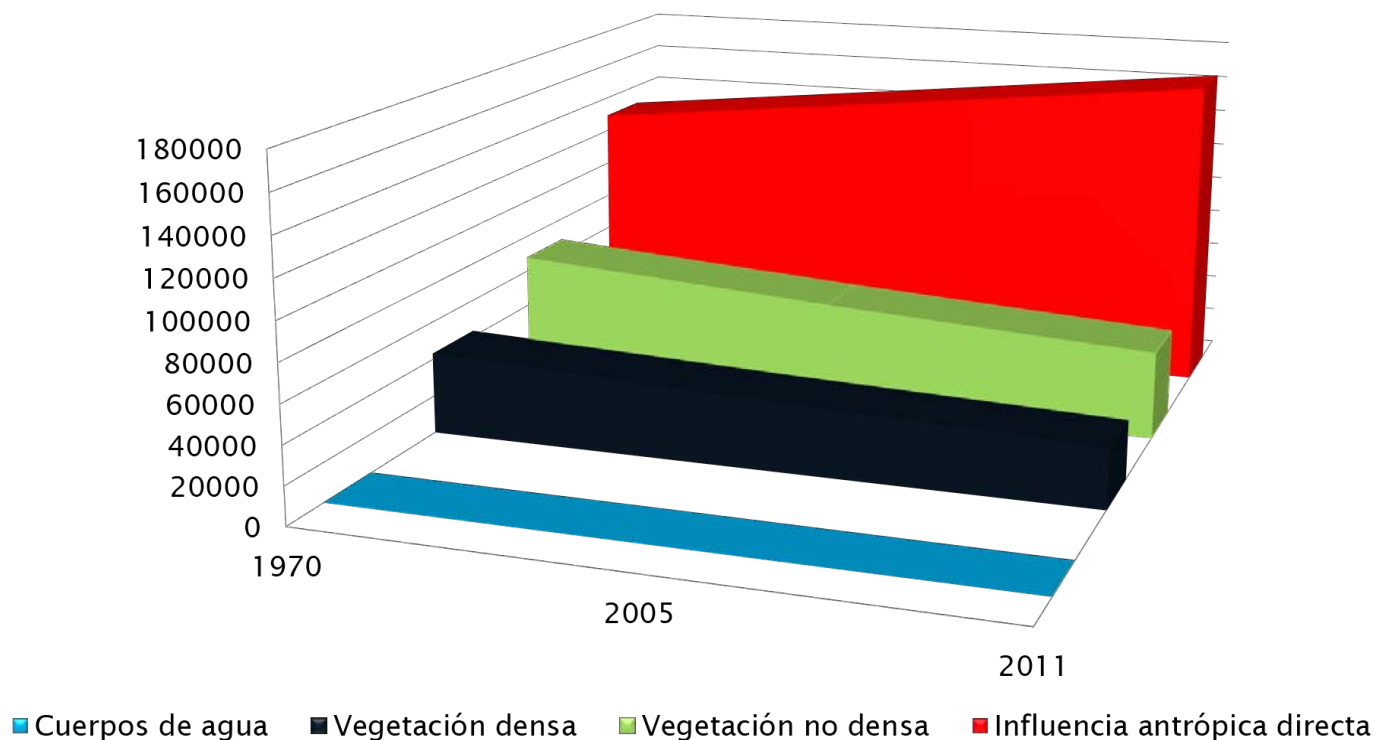
Tabla 33.- Porcentajes de cambio de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero.

Entidad	Año	Porcentaje de territorio total		Porcentaje de cambio respecto a 1970		Porcentaje de cambio respecto al 2005	
		Análisis Vectorial	Análisis Raster	Análisis Vectorial	Análisis Raster	Análisis Vectorial	Análisis Raster
Cuerpos de agua	1970	0.15	0.148	*	*	*	*
	2005	0.137	0.137	Disminuyó 8.430	Disminuyó 7.736	*	*
	2011	0.112	0.112	Disminuyó 25.081	Disminuyó 24.151	Disminuyó 18.184	Disminuyó 17.791
Influencia antrópica directa	1970	53.769	53.771	*	*	*	*
	2005	61.363	61.36	Incrementó 14.122	Incrementó 14.112	*	*
	2011	69.013	69.014	Incrementó 28.349	Incrementó 28.346	Incrementó 12.467	Incrementó 12.474
Vegetación no densa	1970	28.201	28.207	*	*	*	*
	2005	23.339	23.345	Disminuyó 17.242	Disminuyó 17.236	*	*
	2011	19.226	17.983	Disminuyó 31.826	Disminuyó 36.246	Disminuyó 17.623	Disminuyó 22.969
Vegetación densa	1970	17.88	17.881	*	*	*	*
	2005	15.161	15.16	Disminuyó 15.203	Disminuyó 15.217	*	*
	2011	12.897	12.89	Disminuyó 27.870	Disminuyó 27.912	Disminuyó 14.938	Disminuyó 14.974

Por esta situación resultó de gran importancia valerse de herramientas generadas en el SIGMA para evitar que estos factores generaran falsos positivos en los cambios de coberturas en diferentes periodos. Por ejemplo, es un hecho que las escorrentías superficiales, los cuerpos perennes y los cuerpos intermitentes no han desaparecido; por lo tanto la Red Hidrográfica 2.8 funcionó como máscara en los datos vectoriales del 2011.

Se observa de manera general que la máxima pérdida de terreno fue el periodo de 1970-2005 en que la vegetación no densa tuvo un porcentaje de disminución de ~31.8-36.2 %, seguida de la vegetación densa con un porcentaje de disminución de 27.9 %. La única categoría que tuvo aumento de terreno fue el de la influencia antrópica directa, en el mismo periodo (28.4 %).

Debido a que se registró pérdida de terreno en la vegetación y cuerpos de agua y aumento de territorio únicamente en zonas de influencia antrópica no fue necesario de valerse de otro índice para conocer la dinámica de cambio.



Gráfica 16.-Cambio de uso de suelo y vegetación a lo largo de 41 años del municipio Nicolás Romero.

Ante las consecuencias graves que tiene el aumento de la extensión de zonas de influencia antrópica directa junto a la disminución de extensión de vegetación, hace que la generación de planes de manejo y conservación de la biodiversidad se convierta en una prioridad inaplazable, pues es más que evidente que en un tiempo relativamente corto, la vegetación del municipio ha sufrido extensas y múltiples alteraciones antrópicas.

En realidad son escasas las regiones del municipio (incluso del país) que contengan comunidades ecológicas inalteradas, pues la huella de desmonte, el sobrepastoreo y sus consecuencias en la erosión del suelo está a la vista casi en cualquier unidad de paisaje del país (Yañes *et al.*, 1999).

Las repercusiones evidentes que sufre toda la superficie del territorio municipal está en los cambios de la biota; esto gracias al constante aumento de la población, y por tanto de la superficie de núcleos urbanos y de zonas de uso pecuario para atender las necesidades tanto de autoconsumo, como de las comunidades vecinas. Lamentablemente, muchos trabajadores del sector agrícola no cuentan con la información y/o recursos necesarios para diversificar sus actividades productivas, o bien realizar cosechas más provechosas.

En otras palabras, la mancha urbana no es el único factor que propicia el deterioro de los recursos naturales; en gran medida se debe a una deficiente planificación territorial en que no se consideren los decretos existentes, ni el grado de control tan desigual que la población tiene sobre sus recursos (por la institucionalización, la desigualdad social, económica, y la falta de cultura ambientalista tanto de pobladores como de los servidores públicos).

Por lo tanto, en vista que los recursos naturales y la degradación ambiental no puede ser aislada de la dinámica socioeconómica de las localidades del municipio, es que es necesario integrar los sistemas naturales y sociales en un modelo ecológico enfocado a mejorar la provisión de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y soporte. Es en ese sentido que se plantea como alternativa el uso de sistemas agrosilvopastoriles.

La adaptabilidad de estos sistemas a las necesidades intrínsecas de cada localidad permite una amplia gama de estructura espacial, acorde al ecosistema, y del propósito perseguido en su diseño, con una amplia alternativa de combinación de cultivos de árboles y arbustos con cultivos o pastizales, que varían en secuencia temporal, arreglo espacial, composición de especies, e interacciones biológicas (Yañes *et al.*, 1999).

Con un diseño adecuado se podría contar con servicios ecosistémicos de: 1) regulación (sombra, control de la erosión eólica, e hídrica, reducción de la evapotranspiración, retención e infiltración del agua en el suelo), 2) soporte (acumulación de materia orgánica en el suelo, fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo y por la vegetación, reciclaje eficiente de nutrientes minerales y un hábitat adecuado para algunas especies nativas), al mismo tiempo que 3) de provisión, se obtienen productos suplementarios a los que origina el cultivo o el ganado que se produce en el sitio, tales como forrajes, leña y carbón, postes, abonos verdes, vainas comestibles, miel, arboles maderables y frutales, colorantes, fibras, entre otros productos (Muñoz, 2009).

Desafortunadamente, las presiones de índole económica o estructuras sociales derivadas de las formas de tenencia de la tierra dificultan la implementación de estos sistemas, razón por la que gran parte del cambio de uso de suelo se ha hecho arbitrariamente, en su mayoría sin una regulación por un un Órgano de Gobierno, sin considerar las capacidades del territorio.

Yañes y colaboradores (1999) indican que a pesar de que la mayoría de las superficies de un área estén muy alteradas no se puedan recuperar en su totalidad, para el éxito de estos sistemas agrosilvopastoriles es posible la introducción de una vegetación alternativa, enfatizando herbáceas y leñosas nativas del municipio (Para el caso específico del municipio (*ver anexo_V*), resistentes a zonas perturbadas, que permitan incrementar la fertilidad del suelo, establecer microclimas, contribuir en ciclos biogeoquímicos, y aumentar parte de la diversidad de organismos vegetales y animales.

8.3.2 CALIDAD DE LA VEGETACIÓN

La primer propuesta de modelo territorial generada en éste trabajo fue el de “Calidad de la Vegetación”, en el que se generaron 6 indicadores iniciales.

Para el presente modelo, la definición de calidad de vegetación se tomó en el sentido de su valor ecológico, estructural y funcional; por tanto, ésta clasificación fue independiente de su valor para otros usos como el de agricultura, industrial, etc.

Considerando la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI (2011), los atributos que se consideraron fueron:

1) Naturalidad

Si el ser humano no influyera, alterara y/o destruyera los ecosistemas, las especies constituirían una biocenosis vegetal estable y madura como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva. Tanto las comunidades vegetales más próximas al óptimo climácico como aquellas que suponen la etapa vegetal del máximo biológico estable (bosques) dan la idea de naturalidad o madurez de la vegetación, entendido en su exclusivo sentido sucesional (Martínez y Martin, 2001).

Debido a que una vegetación bien estructurada repercute en la regulación de procesos erosivos (escorrentías y de retención de agua), y que existen distintos grados de naturalidad es que en el modelo se evaluó la calidad de la vegetación en función de la perturbación antrópica, dando una mayor calidad a las formaciones cuyo origen no es de repoblación, estas serían las proximidades vegetales densas o maduras entendidas en su concepto fisionómico (formaciones arbóreas suficientemente próximas entre sí para cubrir una parte mínima de la superficie) y de una calidad más baja a las de origen cultural o meramente antrópicas:

	Clase	Cobertura	Agrupación por su origen	Valor asignado
Menor calidad	1	No aplicable (Núcleos Urbanos y cuerpos de agua)	Excluidas	0
	2	Pastizal Inducido	Vegetación cultural	1
Mayor calidad	3	Bosque de oyamel Bosque de pino Bosque de encino	Vegetación secundaria	2
	4	Bosque de pino-encino Bosque de encino-pino	Vegetación natural	3

2) Etapa sucesional

Es una propiedad emergente de las comunidades, un proceso dinámico que modifica los ecosistemas y desarrolla la estabilidad en el transcurso del tiempo. López y colaboradores (2006) la define como cambios progresivos de la comunidad biótica en el ecosistema a través del tiempo que van de lo simple a lo complejo en esta secuencia: rocas desnudas, líquenes, hongos, helechos, pastos, hierbas, arbustos, matorrales y árboles.

Margalef (1997), reconoció que las variaciones en la respuesta inicial a las perturbaciones podían provocar la aparición de puntos de partida diversos y trayectorias sucesionales diferenciadas. El éxito en la sucesión, consiste en disponer de unas características adaptadas a condiciones futuras. Por ende se consideraron de mayor calidad a las formaciones vegetales correspondientes a la parte final o etapa clímax, seguidas por los bosques secundarios y los matorrales, que representan la primera etapa de su competencia por sobrevivir o bien su degradación. En las clases de calidad más baja se encuentran las formaciones artificiales y las zonas desprovistas de vegetación:

	Clase	Cobertura	Valor asignado
Menor calidad	1	No aplicable (Núcleos Urbanos y cuerpos de agua)	0
	2	Pastizal Inducido	1
Mayor Calidad	3	Bosque de oyamel	2
		Bosque de pino	
		Bosque de encino	
		Bosque de pino-encino	
		Bosque de encino-pino	

Se consideró este atributo porque la restauración, la rehabilitación o la revegetación se basan esencialmente en la manipulación de la sucesión (Jefferson y Luken, 1991). Por mencionar algunos ejemplos, a) si la plantación de una especie facilita a otra; b) si establecer aglomeraciones locales de animales, plantas o nutrientes permite la colonización de determinadas especies; c) si la siembra de gramíneas y la fertilización intensa inhiben la sucesión (Walker, 2005).

La integración de valores de estos elementos se efectuó mediante una matriz en la que se obtuvo la **estructura de la vegetación**.

	Naturalidad			
Sucesión	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	1	1	2
2	0	1	2	3

3) Singularidad

Condición fuera de lo común, que incluye presencia de endemismos y formaciones raras. Inicialmente se entiende que una especie rara presenta una abundancia baja y un área restringida. Por tanto, la rareza está íntimamente ligada a conceptos como la abundancia, la distribución y la restricción del hábitat de las especies.

El criterio de singularidad se expuso en función del estatus de protección de las especies vegetales. A nivel internacional se consideraron dos listas: 1) La lista roja de la UICN como inventario mundial de especies en peligro de extinción, amenazadas o vulnerables, permite alertar al respecto del estado de la biodiversidad mundial; sus aplicaciones a nivel nacional permiten a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014). 2) Los apéndices del convenio CITES establece una red mundial de controles del comercio internacional de especies silvestres amenazadas y de sus productos, para asegurar un comercio sostenible. Esto supone esencialmente prohibir el comercio de las especies en peligro de extinción y regular el comercio de las especies amenazadas o en peligro de estarlo (Cites, 2013).

Para un indicador de singularidad a nivel nacional se consideró la información de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma (SEMARNAT, 2010).

Para ello se trazaron cuadrantes de 1 Km² en una malla. El valor de cada cuadrante se dio con base en la lista de especies presentes en Nicolás Romero obtenido de éste SIGMA (*Ver anexo_V*) Los estatus de protección de las especies en las listas definieron la calidad en función de la singularidad:

	Clase	UICN	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Valor asignado
Menor calidad (Mayor singularidad)	1	NE, DD	Inexistente	Inexistente	0
	2	EW, EX	Apéndice I	P, E	1
	3	VU, EN, CR	Apéndice II	A	2
Mayor calidad (Menor singularidad)	4	LC, NT	Apéndice III	Pr	3

Por cuadrante y categoría se obtuvo un índice de protección. Para ello, de cada cuadrante se sumó el total de valores asignados por especie perteneciente a las diferentes clases. El total se dividió entre el número de especies presentes en el cuadrante. Posteriormente, con base en los índices máximos se crearon intervalos para cada lista y se hizo una reclasificación asignando los siguientes valores:

Valores asignados	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3	Intervalo 4	Índice máximo
	Valor 0	Valor 1	Valor 2	Valor 3	
UICN	0-18	19-38	39-58	59-75	75
CITES	0-16	17-33	34-50	51-67	67
NOM-059-SEMARNAT-2010	0-11	17-24	25-37	38-50	50

Esos valores fueron utilizados para integrar las tres listas mediante las siguientes matrices:

		UICN			
		0	1	2	3
CITES	0	0	1	1	2
	1	1	1	2	3
	2	1	2	3	3
	3	2	3	3	4

		Protección internacional			
		0	1	2	3
Protección nacional	0	0	1	1	2
	1	1	1	2	3
	2	1	2	3	3
	3	2	3	3	4

4) Densidad

Asumiendo que el estado fitosanitario del municipio puede estar ligado con los procesos de deforestación/fragmentación en zonas de presión antrópica (Sarria, 2006) es que se realizó la evaluación de la cobertura de las áreas en mejor estado (vegetación más densa) respecto al área total.

Por tanto, considerando el tipo de uso de suelo y vegetación, se consideró de mayor calidad a las categorías de vegetación natural, seguida de la vegetación secundaria. Las áreas con menor densidad se dio a el área de influencia antrópica directa. Además, como este indicador pretende estimar la relación de áreas que tienen un valor de vegetación relativa con respecto al área total del municipio, también se consideró de categoría mayor a los cuadrantes de 1km² con mayor número de especies presentes (generando intervalos iguales).

	Clase	Cobertura	Número de especies	Valor asignado
Menor calidad	1	No aplicable (Núcleos Urbanos y cuerpos de agua)	Núcleos urbanos y cuerpos de agua	0
	2	Pastizal Inducido	Cuadrante con menos de 40 especies presentes	1
	3	Bosque de oyamel	Cuadrante con 40 a 80 especies presentes	2
		Bosque de pino Bosque de encino		
Mayor calidad	4	Bosque de pino-encino	Cuadrante con más de 80 especies presentes	3

Para la creación del criterio de densidad se construyó la siguiente matriz que une los valores por uso de suelo y vegetación y por número de especies presentes.

		Número de especies			
		0	1	2	3
Cobertura	0	0	1	1	2
	1	1	1	2	2
	2	1	2	2	3
	3	2	2	3	3

La integración de valores de la densidad y la singularidad se efectuó mediante una matriz en la que se obtuvo la categoría nombrada propiedades intrínsecas de la vegetación.

		Singularidad				
		0	1	2	3	4
Densidad	0	0	1	1	2	3
	1	1	1	2	3	3
	2	1	2	3	3	4
	3	2	3	3	4	4

La integración final de los elementos del modelo de calidad de la vegetación para el municipio de Nicolás Romero se definió con la siguiente matriz:

		Propiedades intrínsecas de la vegetación				
		0	1	2	3	4
Estructura	0	0	1	1	2	3
	1	1	1	2	3	3
	2	1	2	3	3	4
	3	2	3	3	4	4

El modelo final de calidad de vegetación (*Ver figura_11*) quedó agrupada en cuatro clases, siendo la clase 1 la de menor calidad y la clase 4 la de mayor calidad (*Ver tabla_34*).

Tabla 34.- Frecuencias de la calidad de la vegetación en Nicolás Romero.

Clase	Superficie Ha	Pixeles	Porcentaje	Clases
0	132839.82	194413	54.55	Excluyente
2	31955.9529	46768	13.12	Fragilidad Baja
3	57929.7307	84781	23.79	Fragilidad Media
4	20799.9308	30441	8.54	Fragilidad Alta

Con base en este modelo se define que el 49.93 % de superficie son excluyentes (núcleos urbanos y cuerpos de agua). Dentro de las categorías hay un orden decreciente, a mayor calidad es menor la superficie de esta categoría.

Dentro del rango más alto, únicamente 785.33 ha del municipio cuenta con una vegetación lo suficientemente estable y funcional para ser considerada de una calidad muy alta. Las categorías restantes de calidad baja, media y alta conservan cierta equivalencia en superficie territorial, en un intervalo de 13.76 a 18.84 %, mostrando cierta tendencia a cubrir la parte oeste del municipio (*Ver anexo_I mapa_32*).

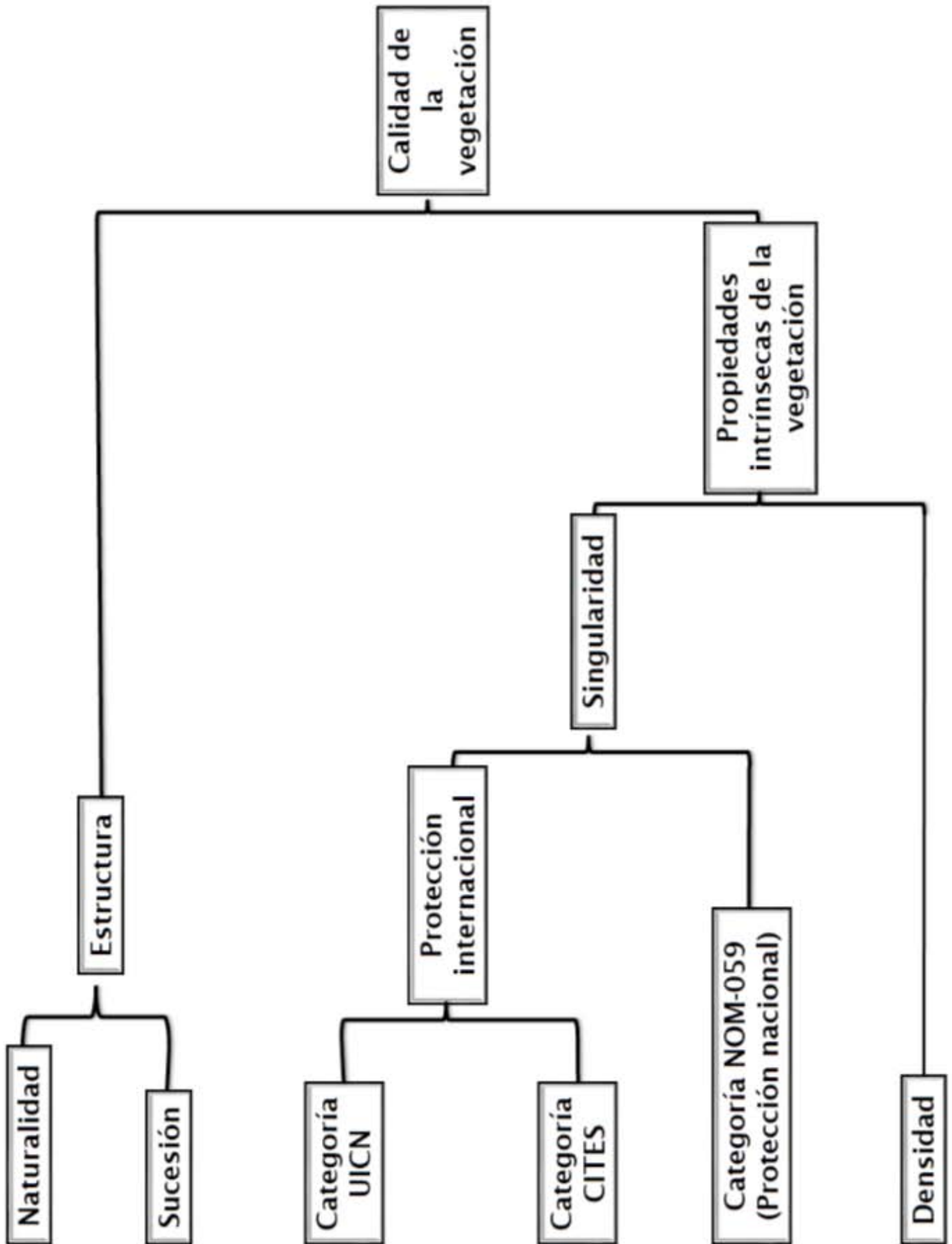


Figura 11.- Modelo de calidad de la vegetación

8.3.3 FRAGILIDAD DE LA VEGETACIÓN

El segundo modelo del cual se realiza una propuesta es para evaluar fragilidad de la vegetación. El modelo consideró como fragilidad de la vegetación a la cualidad intrínseca del territorio que se da en función de las características de las formaciones vegetales y el grado de impacto que esta tenga ante la incidencia de determinadas actuaciones (Trinidad, 2012).

Primeramente se obtuvo información de la superficie y número de localizaciones. Por el uso de suelo y vegetación fue excluida la categoría que incluye los cuerpos de agua y zonas urbanas.

Cobertura	Superficie ocupada (Píxeles)	Número de localizaciones
Pastizal Inducido	52294	12
Bosque de oyamel	16899	3
Bosque de pino	6722	1
Bosque de encino	40660	9
Bosque de pino-encino	20018	9
Bosque de encino-pino	26062	4

Para realizar el modelo de fragilidad de la vegetación fueron considerados los siguientes atributos:

a) Localización

La cantidad de localizaciones (manchones de vegetación) ayuda a establecer un criterio de fragilidad, dado que en medida que la representación es menor pero de manera distribuida (unidades separadas) es que se determina mayor fragilidad (Trinidad, 2012).

	Clase	Localizaciones por unidad de paisaje	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Una localización	0
	2	2-3 localizaciones	1
	3	4-5 localizaciones	2
Mayor fragilidad	4	Más de 6 localizaciones	3

b) Superficie

La representación de la vegetación induce a establecer la fragilidad medida de la rareza de la vegetación. Se estiman más vulnerables las formaciones vegetales menos representadas pero distribuidas (en menor número de unidades separadas). Será considerada en función de las hectáreas que cubra cada tipo de vegetación (Trinidad, 2012).

	Clase	Número de pixeles	Valor asignado
Menor fragilidad	1	0-1000	0
	2	1000-2500	1
	3	2500-7500	2
Mayor fragilidad	4	Más de 7500	3

La integración de valores de estos elementos se efectuó mediante una matriz en la que se obtuvo la **fragilidad del punto**.

		Superficie			
		0	1	2	3
Localización	0	0	0	1	1
	1	0	1	1	2
	2	1	1	2	3
	3	1	2	3	3

c) Núcleos urbanos

A mayor cercanía a las construcciones antrópicas la fragilidad de la vegetación es mayor debido a la accesibilidad que hay hacia los diferentes tipos de vegetación (Trinidad, 2012).

	Clase	Buffer	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Área a más de 1000 m	0
	2	Área entre 400 y 1000 m	1
Mayor fragilidad	3	Área a menos de 400 m	2

d) Carreteras

El criterio es el mismo que de núcleos urbanos puesto que las carreteras también se consideran construcciones antrópicas.

	Clase	Buffer	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Área a más de 1000 m	0
	2	Área entre 400 y 1000 m	1
Mayor fragilidad	3	Área a menos de 400 m	2

La integración de valores de la **influencia antrópica** (núcleos urbanos y carreteras) fue mediante la siguiente matriz:

		Carreteras		
Núcleos urbanos		0	1	2
	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2

La integración de valores de la fragilidad del punto y la influencia antrópica se efectuó mediante una matriz en la que se obtuvo la categoría nombrada **fragilidad general**.

		Influencia antrópica		
Fragilidad del punto		0	1	2
	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2
	3	2	2	3

e) **Geomorfología**

Ésta contempla la posición topográfica ocupada en el territorio, clasificando los tipos geomorfológicos con un criterio basado en cuatro factores (Serrada, 2008):

- 1) **OROGRAFÍA:** introduce modificaciones en la circulación general de la atmósfera en estaciones particulares, originando variaciones climáticas locales.
- 2) **ALTITUD:** a una latitud constante denota cambios en el clima (disminución de presión atmosférica, temperatura y aumento en las radiaciones y precipitación), ocasionando las cliserias (conjunto ordenado de agrupaciones vegetales presentes en una latitud constante al variar la altitud).
- 3) **PENDIENTE:** influencia manifestada en los factores edáficos a través de la posibilidad de evolución, de la capacidad de retención de agua y de la sensibilidad frente a la erosión. También influye en relación con la cantidad de radiación recibida, aumentada o disminuida según la exposición y con la velocidad de propagación de incendios.

- 4) EXPOSICIÓN: pudiendo ser zonas de solanas o umbrías, se influye en la radiación recibida a ciertas horas del día, por lo que la distribución de la vegetación cambia.

Siendo así, se considera de mayor fragilidad las zonas culminantes, algo menor las laderas y por último las vaguadas y fondos de valle (Montoya-Ayala *et al.*, 2003):

	Clase	Pendiente en grados	Valor asignado
Menor fragilidad	1	0.005 - 12.162	0
	2	12.162 - 24.319	1
	3	24.319 - 36.476	2
Mayor fragilidad	4	36.476 - 48.633	3

f) Litología

La cartografía de geología proporciona información de fallas, fracturas y puntos de trabajo minero, que ejercen presión directa sobre los diferentes tipos de vegetación.

	Clase	Unidad litológica	Valor asignado
Menor calidad	1	Suelo aluvial	0
	2	Andesita, Arenisca/toba, Brecha volcánica, Toba	1
	3	Suelo residual	2
	4	Área a menos de 400 m de fallas y fracturas	3
Mayor calidad	5	Área a menos de 400 m de puntos mineros	4

Para la creación del criterio de **Litología** se construyeron las siguientes matrices que unen los valores por unidad litológica, aproximación a fallas y fracturas y aproximación a puntos mineros.

		Fallas y fracturas		
Puntos	0	0	3	
	0	0	3	
	4	3	4	

		Acercamientos a fallas y puntos mineros		
Unidad litológica	0	0	1	2
	1	1	2	3
	2	2	3	4

La matriz utilizada para unir a la geomorfología y litología del municipio fue lo que dio lugar a la categoría de **limitaciones físicas**.

		Geomorfología			
		0	1	2	3
Litología	0	0	1	1	2
	1	1	1	2	2
	2	1	2	2	3
	3	2	2	3	3
	4	2	3	3	4

g) Edafología

La cantidad de nutrientes que la vegetación pueda adquirir del terreno influye en su desarrollo. Estos nutrientes los obtiene del suelo, que es el resultado de la progresiva alteración física y química de los materiales litológicos, sobre la influencia de factores biológicos y ambientales, y que está caracterizado por un dinamismo permanente y un desarrollo peculiar a lo largo del tiempo (Atlas Global de la región de Murcia, 2015).

Por su actividad biológica el suelo alcanza muchos de los rasgos de su composición e incluso de su estructura; y por la actividad metabólica del edafón (biota del suelo) el suelo es la sede de procesos fundamentales para los ciclos de los elementos, que los mantienen a disposición de la vida (Universidad de Buenos Aires, 2013).

Existe una clara asociación entre el suelo y la vegetación (Ver figura_12). Las categorías y valores asignados se dieron en función del grado de asociación de la unidad de suelo con vegetación más densa (Bosque primario y Bosque secundario).

	Clase	Tipo de suelo	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Litosol (leptosol)	0
	2	Vertisol	1
	3	Feozem	2
	4	Cambisol, Luvisol	3
Mayor fragilidad	5	Andosol, Fluvisol	4

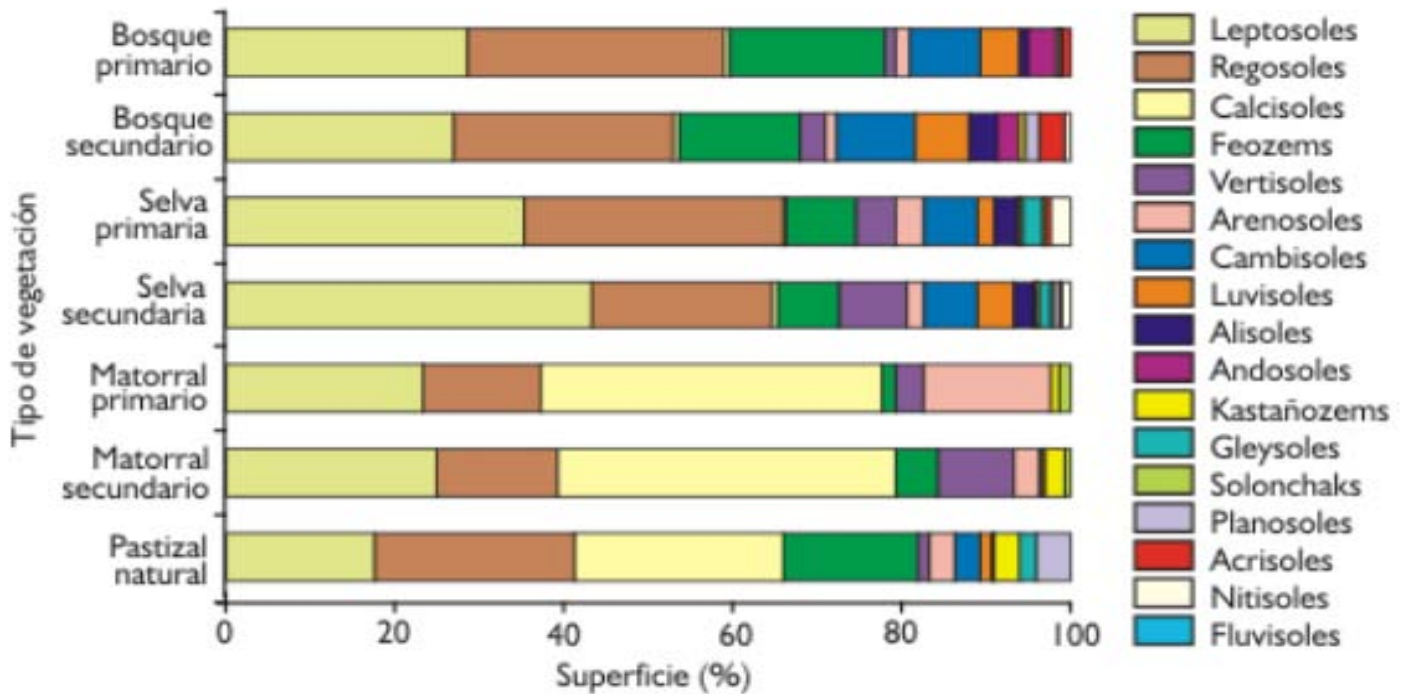


Figura 12.- Suelos asociados a los diferentes tipos de vegetación presentes en México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).

h) Clima

Los efectos individuales que puedan ocasionar los elementos del clima (precipitación, temperatura, luz, viento) se interfieren en función de su intensidad relativa, produciendo una respuesta única de la vegetación al conjunto del clima de cada estación. Las consecuencias de esta acción conjunta del clima sobre la vegetación son la sucesión vegetal concordante con el clima y la distribución de la vegetación en la Tierra, que se estudia en Geobotánica (Serrada, 2008).

Por tanto, la clasificación se realizó en función al análisis realizado por medio de los datos obtenidos de las interpolaciones de la siguiente manera:

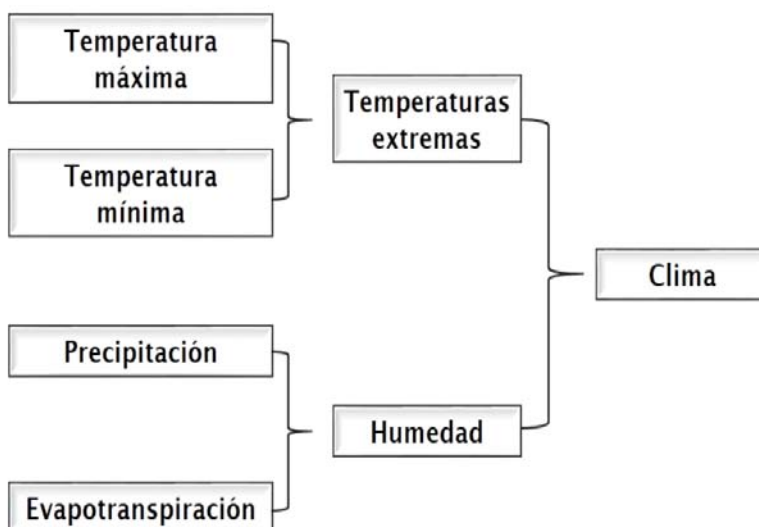


Figura 13.- Construcción del criterio “Clima” para el modelo de fragilidad de la vegetación.

Los valores asignados de temperaturas fueron:

	Clase	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Mayor de 6.607	Menor de 21.4	0
	2	Entre 5.503 y 6. 607	Entre 21.4 y 22.5	1
Mayor fragilidad	3	Menor de 5.503	Mayor de 22.5	2

La matriz para integrar ambas temperaturas y obtener la fragilidad por **temperaturas extremas** fue:

		Temperatura máxima anual		
		0	1	2
Temperatura mínima anual	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2

Por otra parte, para los valores de humedad:

	Clase	Precipitación total anual (mm)	Evapotranspiración normal anual (mm)	Valor asignado
Menor fragilidad	1	Mayor de 1080.03	Menor de 1552.926	0
	2	Entre 915.964 y 1080.03	Entre 1552.926 y 1593.596	1
Mayor fragilidad	3	Menor de 915.964	Mayor de 1593.596	2

8.3 | APLICACIÓN DEL SIGMA EN MODELOS TERRITORIALES 117

La matriz para integrar los valores de precipitación y evapotranspiración para obtener la categoría de humedad fue:

		Evapotranspiración normal anual		
		0	1	2
Precipitación	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2

La integración de valores asignados para la categoría clima fue:

		Temperaturas extremas		
		0	1	2
Humedad	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2

Una vez integrados la matriz utilizada para obtener la categoría **Limitaciones fisiológicas** fue:

		Clima		
		0	1	2
Edafología	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2
	3	2	2	3
	4	2	3	4

Debido a que la naturaleza de algunos datos utilizados en la creación de atributos “limitaciones físicas” y “limitaciones fisiológicas” abarcaban la superficie de todo el municipio, se realizó una reclasificación dando valor de 0 a la zona caracterizada como “no aplicable” con el fin de conservar como zona excluyente de evaluación de fragilidad de vegetación las áreas correspondientes a núcleos urbanos y cuerpos de agua.

La matriz utilizada para unir las limitaciones físicas y limitaciones fisiológicas del municipio fue lo que dio lugar a la categoría de **vulnerabilidad**.

		Limitaciones fisiológicas				
		0	1	2	3	4
Limitaciones físicas	0	0	1	1	2	2
	1	1	1	2	2	3
	2	1	2	2	3	4
	3	2	2	3	4	4
	4	2	3	4	4	4

i) Capacidad de respuesta

La capacidad del ecosistema a regresar a su estado original después de cualquier evento. Es un atributo que depende de la diversidad (riqueza de especies), el estado natural de la unidad y la factibilidad de su reversibilidad (Trinidad, 2012). Éstas características se definieron a detalle en el modelo de calidad de la vegetación (naturalidad y sucesión), por tanto, la clasificación establecida tiene el mismo razonamiento:

	Clase	Cobertura	Agrupación por su origen	Valor asignado
Menor fragilidad	1	No aplica (Núcleos urbanos y cuerpos de agua)	Excluyentes	0
	2	Bosque de pino-encino Bosque de encino-pino	Vegetación natural	1
Mayor fragilidad	3	Bosque de oyamel Bosque de pino Bosque de encino	Vegetación secundaria	2
	4	Pastizal Inducido	Vegetación cultural	3

La matriz ocupada para unificar los valores asignados de vulnerabilidad y la capacidad de respuesta y así obtener la **fragilidad de la mancha** fue la siguiente:

		Vulnerabilidad				
		0	1	2	3	4
Capacidad de respuesta	0	0	1	1	2	3
	1	1	1	2	3	3
	2	1	2	3	3	4
	3	2	3	3	4	4

La integración final de los elementos del modelo de **fragilidad de la vegetación** para el municipio de Nicolás Romero se definió con la siguiente matriz:

		Influencia antrópica		
		0	1	2
Fragilidad del punto	0	0	1	1
	1	1	1	2
	2	1	2	2
	3	2	2	3

El modelo final de fragilidad de la vegetación (*Ver figura_14*) quedó agrupado en cuatro clases, siendo la clase 1 la de peor calidad y la clase 4 la de mayor calidad (*Ver tabla_35*).

El resultado de la aplicación del modelo permitió establecer cuatro clases de fragilidad en la valoración del territorio. Las frecuencias con las que aparece cada una de estas clases en el territorio de estudio son las siguientes:

Tabla 35.- Frecuencias de la fragilidad de la vegetación en Nicolás Romero.

Clase	Superficie Ha	Pixeles	Porcentaje	Clases
0	132839.82	194413	54.55	Excluyente
2	31955.9529	46768	13.12	Fragilidad Baja
3	57929.7307	84781	23.79	Fragilidad Media
4	20799.9308	30441	8.54	Fragilidad Alta

En un planteamiento similar al modelo de calidad de la vegetación, las zonas excluyentes involucran los núcleos urbanos, cuerpos de agua y otras estructuras de influencia antrópica como son las carreteras asfaltadas y terracerías. Es por eso que el porcentaje con respecto al modelo de calidad aumentó de un 49.93 % a un 54.55 %.

Dentro de las áreas provistas de vegetación, los porcentajes más altos se encuentran entre las clases de fragilidad baja y fragilidad media, siendo esta última la que abarca la mayor superficie (57,929.7307 ha). Esto quiere decir que con base en las características intrínsecas de las formaciones vegetales del municipio, el grado de impacto que ha sufrido Nicolás Romero ha sido moderado, y similar al modelo de calidad, las fragilidades más bajas muestran cierta tendencia a cubrir la parte oeste del municipio (*Ver anexo_I_mapa_33*).

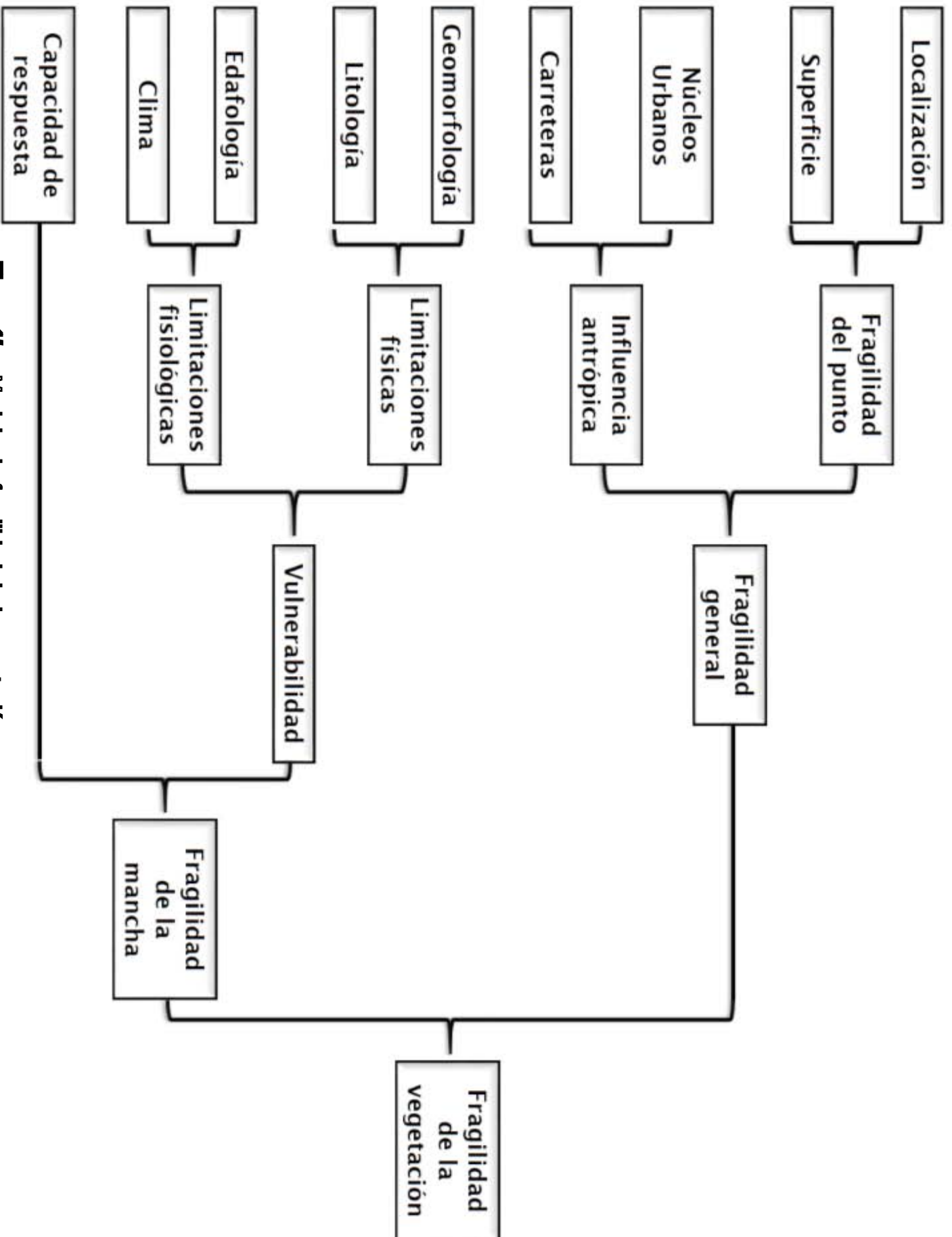


Figura 14.- Modelo de fragilidad de la vegetación

8.3.4 INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Un sistema ecológico tiene integridad cuando sus características ecológicas (por ejemplo, la composición, las funciones, procesos) ocurren dentro de sus rangos naturales de variación y pueden resistir y recuperarse de perturbaciones naturales o interrupciones provocadas por el hombre (Parrish *et al.*, 2003). Es por esta razón que la valoración de la calidad y fragilidad de la vegetación son útiles en la toma de decisiones en la conservación, preservación o restauración del territorio, así como las acciones pertinentes su gestión, esto considerando que las trayectorias que representan los tipos de cambio más amenazadores como es el cambio a medio antrópico (*Ver gráfica_15*) que llevan a la pérdida de biodiversidad, pérdida de hábitat y alta presión ambiental sobre los sistemas ecológicos (Clerici *et al.*, 2014).

Con base en los modelos de calidad y fragilidad de la vegetación se realizó una clasificación del uso de suelo y vegetación (*Ver tabla_36*) y se hizo un registro de la superficie que éste abarca (*Ver tabla_37*).

Tabla 36. Clases para la toma de decisiones respecto a la integridad ecológica (Secretaría General de Medio Ambiente, 2004).

	Calidad	Fragilidad	Etiqueta	Uso recomendado	Medidas preventivas
Clase 1	Alta	Alta	Zona de protección y conservación.	Ninguno	Resultan menester políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
Clase 2	Alta	Baja	Zona de recuperación y restauración.	Zona apta para promoción de actividades que requieran calidad de la vegetación pero que sean de bajo o nulo impacto en la misma.	Son necesarias actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
Clase 3	Media o alta	Variable	Zona de prevención.	Pueden incorporarse a las clases 1 o 2 cuando las circunstancias lo ameriten.	
Clase 4	Baja	Media o alta	Zona de amortiguamiento.	Zona que soporta actividades de impactos más fuertes.	Políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales. Únicamente de ser necesario puede considerarse incorporarlo a la
Clase 5	Baja	Baja	Zona de aprovechamiento.	Apta desde el punto de vista paisajístico. De todas las áreas del municipio es la zona más apta para realizar actividades que ocasionen impactos fuertes.	Se recomienda conservar las condiciones que propician que se mantenga en buen estado.

Con base en estas clasificaciones y los resultados obtenidos de los modelos de calidad y fragilidad fue que se construyó la siguiente matriz:

		Calidad				
		0	1	2	3	4
Fragilidad	0	0	0	0	0	0
	2	0	5	3	2	2
	3	0	4	3	3	3
	4	0	4	3	1	1

Con la consideración de la calidad y fragilidad de la vegetación, y por tanto la consideración de la influencia antrópica, es que se mantiene como excluyente la zona con núcleos urbanos y cuerpos de agua. Cabe destacar que más de la mitad del territorio es zona excluyente.

En éste tipo de estudios, es importante conocer los componentes de la cobertura vegetal, tanto natural como la introducida por el ser humano, razón por la que éste modelo es cercano a la realidad en cuando a uso recomendado y medidas de mitigación en pro de los recursos naturales y el medio ambiente.

En el área Oeste del municipio predominan cubiertas vegetales propuestas para la recuperación y restauración (*Ver anexo_I_mapa_34*), por lo que se recomendaría la implementación de actividades tendientes a la recuperación y establecimiento de condiciones específicas, como se ha mencionado previamente con los sistemas agrosilvopastoriles o bien consecuentes manifestaciones de impacto ambiental. Y en parte es porque estas zonas concuerdan con áreas considerados parques estatales, que la publicación de programas de conservación de esas ANPs para su protección, resultan de gran relevancia, por los bienes económicos y servicios ecosistémicos específicos que estos aportan.

Debido a que no existió una zona lo suficientemente conservada para poder proponerse como zona de aprovechamiento desde el punto de vista paisajístico para realizar actividades que ocasionen impactos fuertes, es que se recomienda el incentivo de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales.

Tabla 37. Frecuencias de la integridad biológica de la vegetación en Nicolás Romero.

Clase	Superficie Ha	Pixeles	Porcentaje	Clases
0	132841.683	194413	54.55	Excluyente
1	2509.7473	3673	1.03	Zona de protección y conservación.
2	22162.0321	32434	9.1	Zona de recuperación y restauración.
3	51295.7364	75071	21.06	Zona de prevención.
4	34716.235	50807	14.26	Zona de amortiguamiento.

8.3.5 VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La información sobre el uso de suelo y vegetación se ha utilizado en gran medida para explicar la variación en el suministro espacial de servicios ecosistémicos en Europa (Maes *et al.*, 2011). Siguiendo el esquema de evaluación de Clerici y colaboradores (2014), basado en el supuesto que el suministro de bienes y servicios ecosistémicos depende directamente de la integridad ecológica regional, que varía entre los diferentes usos que se le da a la Tierra es que se desarrolló para el municipio de Nicolás Romero una serie de indicadores categorizados, que miden:

- (i) El grado de integridad ecológica (*ver capítulo 8.5.4*).
- (ii) La capacidad para suministrar o regular servicios específicos (*Ver tabla_39*) en que se dan valores de menor capacidad de provisión al número 1, y mayor capacidad al número 5) con respecto a las categorías de cobertura del suelo (*Ver tabla_38*).

Con base en ambas clasificaciones presentadas en el trabajo de Clerici y colaboradores (2014), se realizó una homologación de categorías respecto a las de uso de suelo y vegetación de los años 1970, 2005 y 2011, misma que resume su capacidad para ayudar a la integridad ecológica (o servicios ecosistémicos de soporte), regular o prestar servicios ecosistémicos específicos (*Ver tabla_38*).

Posteriormente se aplicó un índice por cada cobertura vegetal de todos los años que representa la capacidad total del grupo de la cubierta vegetal de proveer servicios ecosistémicos específicos (SEEc) y apoyar la integridad ecológica como la suma de los valores de la matriz SEE_{j, c} de todos los indicadores j utilizados (*Ver tabla_39*), en la que los valores de 1 significa peor capacidad de provisión y 5 mejor capacidad de provisión.

Se consideraron los servicios de regulación, de provisión y de la integridad ecológica. No obstante, se omitieron los servicios ecosistémicos culturales para evitar la alta generalización que se puede introducir al ignorar preferencias culturales intrínsecamente presentes en las localidades del territorio municipal.

Tabla 38.- Clasificación de la cobertura de suelo de: 1) Proyecto CORINE (CLC), 2) De Clerici y colaboradores (2014), y 3) Categorías homologadas usadas en este estudio.

Etiqueta 1 CCL	Etiqueta 2 CCL	Categoría (Clerici, <i>et al.</i> , 2014)	Entidad 1970	Entidad 2005	Entidad 2011
Superficies artificiales	Núcleos urbanos Unidades industriales, comerciales y de transporte. Vertederos, sitios mineros y de construcción. Áreas artificiales, áreas vegetadas no agrícolas.	Artificial (ART)	Áreas desprovistas de vegetación (Erosión hídrica fuerte). Agricultura de temporal permanente anual, Pastizal inducido	Zona urbana. Agricultura de temporal, pastizal inducido	Desprovisto de vegetación (No aplicable). Pastizal inducido
	Área agrícola	Tierra cultivable Cultivos permanentes Pastizales			
	Áreas agrícolas heterogéneas	Agricultura y semi Natural (ASN)	Bosque artificial latifoliadas	Bosque cultivado	
Forestal y áreas semi naturales	Forestal	Forestal (FOR)	Bosque caducifolio de oyamel, Bosque caducifolio pino, Bosque de encino, Bosque caducifolio pino-oyamel, Bosque caducifolio oyamel-pino, Bosque pino-encino, Bosque encino-pino	Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Bosque de encino-pino	Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Bosque de encino-pino
	Matorral y/o asociaciones vegetales herbáceas	Vegetación no forestal (NFV)	Vegetación secundaria-matorral inerme, Vegetación secundaria-matorral subinerme, Vegetación secundaria chaparral		
Cuerpos de agua	Espacios abiertos con poca o sin vegetación	Otros (OTH)	Cuerpo de agua intermitente, Cuerpo de agua perenne	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua intermitente, Cuerpo de agua perenne

Posteriormente, para derivar las diferencias de capacidad de servicios ecosistémicos producto del cambio de uso de suelo y vegetación a través de los años se calculó un índice de capacidad de servicios ecosistémicos (CSE) en los años 1970, 2005 y 2011 (**Ver tabla_40**), En la que CSE es igual de la suma de los productos de los valores de SEEc de cada cobertura vegetal multiplicado por su correspondiente extensión (Ex), de todas las M categorías de uso de suelo consideradas.

Seguido a esto, se obtuvo un índice de diferencia de capacidad de servicios ecosistémicos (dCSE) de los años 1970(t0)-2005(t1); 2005(t0)-2011(t1) y 1970(t0)-2011(t1) (**Ver tabla_41**), mismos que proveyeron una medida de la pérdida relativa de la capacidad de provisión total de servicios ecosistémicos con base en el cambio de uso de suelo y vegetación a través de los años.

Cabe resaltar que el alcance principal de éste modelo radica en generar un panorama general de los cambios susitados en la temporalidad de 41 años, información útil para resaltar las consecuencias de la gestión que el municipio ha tenido sobre sus recursos naturales.

En los planes de manejo y gestión del territorio resulta necesario, en términos de uso racional de los recursos, considerar aquellos factores que ejerzan una presión directa sobre los recursos de nuestro interés y las medidas de mitigación a aplicar.

El análisis de cambio de uso de suelo indica que con un poco incremento de la mancha urbana, la disminución de la capacidad de las zonas del municipio para proveer servicios ecosistémicos es exponencial, pues la mancha urbana ha crecido en un 12.47 % aproximadamente en un periodo de 6 años, y en el mismo intervalo los servicios ecosistémicos generales disminuyeron un 6.01 %. Considerando que en el intervalo de 1970 a 2005 (35 años), el crecimiento de la mancha urbana fue de 14.12 % y la disminución de la provisión de servicios ecosistémicos fue únicamente del 5.40 %.

Este fenómeno es preocupante, puesto que con la descripción del medio socioeconómico, se puede inferir que las localidades del territorio están en vías de crecimiento, lo que podría contribuir a que el municipio se convirtiese en un área metropolitana aún más poblada, y a su vez implicaría un crecimiento de la mancha urbana y la consecuente pérdida de capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

Tabla 39.- Capacidad de provisión de servicios ecosistémicos específicos. De Clerici y colaboradores (2014).

	ART	AGR	ASN	FOR	NFV	OTH
Integridad ecológica (I.E.)						
Heterogeneidad abiótica	2	3	4	5	5	3
Biodiversidad	2	3	5	5	5	3
Caudales de agua bióticos	3	3	5	4	4	1
Eficiencia metabólica	3	3	4	4	4	1
Captura de energía (radiación)	4	4	5	4	4	0
Reducción de pérdida de nutrientes	2	3	5	5	5	0
Capacidad de almacenamiento (SCM)	3	3	5	4	4	1
SEE (IE)	19	22	33	31	31	9
Servicios de regulación (SR)						
Regulación del clima local	1	2	5	3	3	1
Regulación del clima global	1	2	4	3	3	1
Prevención de inundaciones	1	1	4	4	4	4
Recarga de aguas subterráneas	2	2	3	3	3	2
Regulación de la calidad del aire	1	1	5	4	4	0
Regulación de la erosión	1	2	5	4	4	0
Regulación de nutrientes	1	1	5	4	4	0
Purificación del agua	1	1	4	4	4	0
Polinización	1	3	4	4	4	0
SEE (SR)	10	15	39	33	33	8
Servicios de provisión (SP)						
Agricultura	5	4	0	0	0	0
Ganadería	4	3	0	3	3	0
Forraje	4	3	1	1	1	0
Pesca	0	0	0	0	0	0
Acuicultura	0	0	0	0	0	0
Alimentos silvestres	0	2	5	3	3	0
Madera	1	3	5	2	2	0
Leña	1	4	5	3	3	0
Recursos genéticos	0	1	5	4	4	2
Bioquímicos y medicinas	1	1	3	3	3	0
Agua dulce	0	0	0	0	0	2
SEE (SP)	16	21	24	19	19	4

Por lo tanto, es de suma importancia adoptar algún enfoque sociológico que permita comprender las perspectivas de la gente en el uso de estos servicios, lo que implica un trabajo más riguroso que consolide la construcción de una propuesta de gestión territorial por etapas en las que se involucre el proceso productivo, los materiales que se necesiten, el financiamiento, un cronograma, los puestos de trabajo en las diferentes fases del proyecto, la participación ciudadana, planes de acción, etc.

Tabla 40.- Capacidad de servicios ecosistémicos del municipio de Nicolás Romero entre 1970-2011.

	ART-AGR	ASN	FOR	NFV	OTH	Totales
SEE (IE)	19	22	33	31	9	
SEE (SR)	10	15	39	33	8	
SEE (SP)	16	21	24	19	4	
Extensión (Ex) en pixeles - 1970	191775	458	159467	5288	541	
CSE (IE) 1970	3643725	10076	5262411	163928	4869	9085009
CSE (SR) 1970	1917750	6870	6219213	174504	4328	8322665
CSE (SP) 1970	3068400	9618	3827208	100472	2164	7007862
CSE 1970						24415536
Extensión (Ex) en pixeles - 2005	219372	1	137659	0	497	
CSE (IE) 2005	4168068	22	4542747	0	4473	8715310
CSE (SR) 2005	2193720	15	5368701	0	3976	7566412
CSE (SP) 2005	3509952	21	3303816	0	1988	6815777
CSE 2005						23097499
Extensión (Ex) en pixeles - 2011	246782	0	110361	0	402	
CSE (IE) 2011	4688858	0	3641913	0	3618	8334389
CSE (SR) 2011	2467820	0	4304079	0	3216	6775115
CSE (SP) 2011	3948512	0	2648664	0	1608	6598784
CSE 2011						21708288

Es así que para futuras investigaciones del área de estudio se recomendaría realizar un monitoreo sistemático de los diferentes tipos de cobertura en intervalos regulares de tiempo, además del uso de más indicadores que enfatizan las características intrínsecas de la zona de estudio, por ejemplo, tipos de clima, geomorfología, edafología, hidrografía, etc., para así construir unidades de paisaje cuyas características naturales sean más homogéneas, pues, a diferencia del modelo general, esos indicadores permitirían realizar estimaciones de un servicio ecosistémico particular.

Tabla 41.- Cambio en la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos del municipio de Nicolás Romero entre 1970-2011.

	dCSE (IE)	dCSE (SR)	dCSE (SP)	dCSE general
1970-2005	95.93066996	90.9133313	97.2590071	94.60164626
Variación	Disminuyó 4.07 %	Disminuyó 9.09 %	Disminuyó 2.74 %	Disminuyó 5.40 %
2005-2011	95.62928915	89.5419784	96.8163131	93.98544838
Variación	Disminuyó 4.37 %	Disminuyó 10.46 %	Disminuyó 3.18 %	Disminuyó 6.01 %
1970-2011	91.73781776	81.4055954	94.1625848	88.91178142
Variación	Disminuyó 8.26 %	Disminuyó 18.59 %	Disminuyó 5.84 %	Disminuyó 11.09 %

En el caso del presente análisis, debido a que el índice de diferencia de capacidad de servicios ecosistémicos en todas las temporalidades ocupaba como variante el uso de suelo y vegetación es que se tornó necesario utilizar la información del SIGMA municipal para aplicar modelos territoriales y así conocer el porcentaje de cambio de todos los tipos de cobertura vegetal (*Ver anexo_I_mapa_31*), del aumento o pérdida de terreno (*Ver tabla_35*), y la influencia que estos tenían en la integridad ecológica (*Ver anexo_I_mapa_34*), pues es esta la que deriva los servicios ecosistémicos de soporte, y por ende esto deriva los servicios ecosistémicos de provisión y de regulación.

Es así que con la elaboración del SIGMA se ha establecido un antecedente del área de estudio, así como una descripción de las razones por las que se tiene que tomar acción en la gestión territorial del municipio. Por lo que en función de la exposición de las áreas afectadas tanto negativa como positivamente, es que se plantea una primera alternativa en función del análisis de integridad ecológica de la vegetación (*Ver anexo_I_mapa_34; Ver tabla_36*).

9 CONCLUSIONES

Dentro de la caracterización del subsistema físico, a partir del MDE se sabe que la mayoría de la superficie municipal no supera los 5° de inclinación, salvo por los segmentos que conforman las dos cuencas y cinco subcuencas que alimentan los 545.57 Km de ríos primarios (cuerpos perennes), ríos secundarios (ríos intermitentes) o líneas centrales (flujos virtuales).

El clima presente en el municipio es el Templado Subhúmedo con verano fresco y largo tipo Ganges sin canícula. Los meses más calurosos del año comprenden de julio a septiembre, los más fríos de noviembre a febrero y aquellos en que la temperatura se regulariza son octubre y marzo. Los meses más secos son de diciembre a abril, y los más húmedos son a partir de julio hasta noviembre.

Nicolás Romero forma parte de la Sierra de las Cruces, que ha presentado un vulcanismo intenso, pues dominan las formaciones litológicas ígneas, a su vez hay un recuento de 7 tipos de suelos predominantes en el municipio, se encontraron 13 asociaciones diferentes de suelos predominantes y secundarios, no obstante se hizo un registro de 28 tipos de suelo considerando su asociación con suelo secundario, en su mayoría aptos para la agricultura.

Respecto al subsistema biótico, el uso de suelo y vegetación reportada en el año 2011 se resume en: 1) No aplicable (núcleos urbanos y cuerpos de agua), abarcando el 54 % de la superficie municipal con un total de 131,062 ha; 2) Pastizal inducido, 15 % con 35,201 ha; 3) Bosque de encino (11 %) con 27,354 ha; 4) Bosque de encino-pino (7 %) con 17,548 ha; 5) Bosque de pino-encino (6 %) con 13,472 ha; 6) Bosque de oyamel (5 %) con 11,362 ha; 7) Bosque de pino (2 %) con 4,527 ha.

Dentro de la superficie provista de vegetación, en el caso del reino plantae se registraron 225 especies repartidas en un total de 66 familias, de las cuales 48 tienen una forma de vida arbórea, 41 especies fueron arbustivas, 3 epífitas, 115 herbáceas, 1 liana, 16 rastreras y 1 trepadora. En el caso del reino animalia los datos del subphylum vertebrata, para la clase Amphibia se registraron 2 especies de la familia Hylidae, de la clase Reptilia se hizo un recuento de 14 especies repartido en 5 familias, para la clase de aves se hizo un registro de 73 especies repartidos en 31 familias, y finalmente se registraron 13 familias de mamíferos, con un total de 33 especies.

A partir de la comparación de las especies registradas en el municipio y las listas de especies en riesgo de la NOM-059, de los apéndices de CITES y de la lista roja de la UICN se encontraron 5 especies de plantas en riesgo, una de anfibios, 22 especies de aves, 10 de reptiles, y 7 de mamíferos. Además que en el municipio se encontró el registro de 3 áreas naturales protegidas de orden estatal: 1) el Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, “Parque Otomí – Mexica del Estado de México” 2) “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe” y 3) “Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Yorazgo- Temoaya”.

En la caracterización del medio socioeconómico se concluye que Nicolás Romero cuenta con 43 localidades, y un crecimiento poblacional del 30 % en un lapso de 5 años, ya que en el 2005 el municipio contaba con un total de 306,516 habitantes mientras que en el 2010 reportó un total de 366,602. La tasa de crecimiento poblacional geométrico anual es de 3.57 %. La distribución de los últimos 5 años se ha concentrado en localidades rurales medianas y en las localidades urbanas, sobretodo en la localidad “Villa Nicolás Romero”, pues ahí se concentra la mayoría de hogares. Ésta es una distribución concentrada, por lo que existen mejores condiciones para el desarrollo económico y mayor facilidad para la urbanización.

La población femenina representa el 50.85 % y la población masculina abarca el 49.19 % de la población total, siendo la población masculina la que predomina la jefatura de hogares, y en la población económicamente activa.

Las localidades más afectadas en cuanto a carencias de servicios como electricidad, agua entubada de la red pública y drenaje son Ranchería los Duraznos, Ejido Magú y la Estancia, de igual manera esto alude a que existen zonas dentro del ámbito rural y urbano, en las cuales se da una desigualdad social y de oportunidades. Esto aunado a la razón de dependencia para la población económicamente activa (adultos (15-64 años), 66.44 % de la población total), es que resulta necesario hacer una evaluación de condiciones de la población y crear planes y convenios de colaboración para el Desarrollo de Acciones en Materia de Igualdad Laboral y no Discriminación, a fin de coadyuvar de manera coordinada en la erradicación de la discriminación que obstaculiza y condiciona el acceso de población indígena y a la sociedad marginada a un trabajo remunerado en igualdad de condiciones.

No existen puntos de relevancia federal o estatal (salvo las tres áreas naturales protegidas previamente mencionadas). No obstante existen días festivos que hacen de los sitios de celebración puntos de interés local. De núcleos urbanos, se contabilizaron 5 grandes polígonos sumando un área de 6,840.95 ha; un total de 142.73 Km de terracerías y 35.83 Km de carreteras asfaltadas que conectan a los respectivos núcleos urbanos. Este esquema de distribución muestra que las líneas de transporte responden a un establecimiento espontáneo de los núcleos urbanos, puesto que la demanda y estado de vías que comuniquen las respectivas localidades es inminente (pues existen más terracerías), con la desarticulación del territorio.

Se elaboró un total de 18 mapas temáticos del medio natural (13 del subsistema abiótico y 5 del subsistema biótico), 9 mapas del medio socioeconómico y 6 mapas producto de la aplicación del SIGMA en modelos territoriales.

Las zonas espacialmente sujetas a cambio de uso de suelo entre los años 1970 a 2011 se concentran en la parte central del municipio y aquellas localizaciones de menor extensión, con tendencia a la degradación de la vegetación asociado al aumento de la superficie de influencia antrópica directa.

La desigualdad social y económica, aunada a la institucionalización son los factores que benefician el crecimiento de la mancha urbana, afectando el grado de control de la población sobre sus recursos naturales, causando degradación de la tierra, y a su vez, los niveles de susceptibilidad evitan una adecuada diversificación de actividades productivas.

La modificación de modelos territoriales para la evaluación de calidad y fragilidad de la vegetación se realizó con base en literatura, y su fusión permitió conocer la integridad ecológica del municipio. En el área Oeste del municipio predominan cubiertas vegetales que se proponen para su restauración, por lo que se recomendaría la implementación de actividades tendientes a la recuperación y establecimiento de condiciones específicas del ecosistema.

Debido a que no existió una zona lo suficientemente conservada para poder proponerse como zona de aprovechamiento desde el punto de vista paisajístico para realizar actividades que ocasionen impactos fuertes, es que se recomienda el incentivo de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales.

Para futuras aplicaciones del modelo de integridad ecológica se recomienda la previa generación de una lista que tenga puntos de muestreo en todo el municipio para prever el sesgo de información.

Debido a que existieron cambios en el uso de suelo en el periodo 1970 al 2011 en los que aumentaron las actividades antrópicas, la integridad ecológica, y por tanto la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos disminuyó aproximadamente en un 11 %.

Para la generación de un nuevo modelo de estimación de servicios ecosistémicos específicos se recomienda realizar un monitoreo sistemático de los diferentes tipos de cobertura en intervalos regulares de tiempo, además del uso de más indicadores que enfatizen las características intrínsecas de la zona de estudio para la categorización.

10 REFERENCIAS

- Aceves, G.R.M., 2008. Cambio del uso del suelo/vulnerabilidad social., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 28.
- Aguirre-Gómez, R., Salmerón, G.O., Quintero, P.J.A., 2008. Análisis del cambio de uso del suelo en la región de Coatzacoalcos, Veracruz., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 36.
- Alvarado, C.M., Reynoso, R.P., 2008. Conservación del recurso suelo en la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 35.
- Alvizu, P., 2004. Complejidad y respuesta funcional de la vegetación de páramo a lo largo de gradientes altitudinales. Mérida - Venezuela. [WWW Document]. Univ. los Andes, Venez. URL tesis.ula.ve/postgrado/tde (accedido 7.14.15).
- Araiza, G.A., 2013. Impacto de la urbanización en el Régimen Térmico y Pluvimétrico en el Valle de México. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- ArcGis Desktop Help, 2005. GIS data structure types [WWW Document]. ESRI. URL http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=gis_data_structure_types (accedido 7.14.15).
- Arcillas, G.M., 2002. Técnicas de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica., 1a ed. Ciencias ambientales-Área de análisis geográfico regional. U. C. A., España.
- Aronoff, S., 1989. Geographic information systems: A management perspective. *Geocarto Int.* 4, 58-58. doi:10.1080/10106048909354237

- Atlas Global de la región de Murcia, 2015. Los suelos. [WWW Document]. La verdad multimedia, S.A. URL <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/5/los-suelos/3/> (accedido 2.17.15).
- Ayala, I.A., García, F.G.M., 2008. Procesos de remoción en masa en México: Hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. *Investig. Geogr.* 66, 47-64.
- Balvanera, P., Cotler, H., 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, 1a ed, *Capital Natural de Mexico, Vol. II: Estado de conservacion y tendencias de cambio*. México.
- Balvanera, P., Cotler, H., 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gac. ecológica* 84-85, 8-15.
- Bernavides, G.E.J., Montoya Ayala, R., 2008. Valoración de la calidad y fragilidad del paisaje en el estado de México., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 81.
- Berry, J.K., Sailor, J.K., 1981. A spatial analysis of timber supplí, en: Maine (Ed.), *Procedding of the implace resource inventoricis: principles and practices*. University of Maine, Estados Unidos, pp. 828-833.
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera R, O., 2001. La dinámica del cambio de uso de suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investig. Geográficas, Boletín del Inst. Geogr. UNAM* 18-38.
- Bosque, J., 1995. Modelo digital del Terreno. *Mapp. Interact. Rev. Int. Ciencias la Tierra*.
- Burrough, P.A., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. *Princ. Geogr. Inf. Syst. L. Resour. assessment*. doi:Cited By (since 1996) 607\rExport Date 3 February 2012
- Canter, L.W., 2000. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto., 2a ed. Mc Graw Hill., España.

- Cañada, T.R., Vidal, D.M.J., Moreno, J.A., 2010. Interpolación espacial y visualización cartográfica para el análisis de la justicia ambiental: Ensayo metodológico sobre la contaminación por partículas atmosféricas en Madrid., en: Ojeda, J., Pita, M.F., Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla., España, pp. 691-715.
- Cebrián, J., 1988. *Sistemas de Información Geográfica*, en: Bosque Sendra, J., Cebrián de Miguel, J.A., Jiménez Blasco, B.C. (Eds.), *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y las Ciencias Sociales*. Madrid.
- Charney, J., Stone, P.H., Quirk, W.K., 2005. Drought in the Sahara: A Biogeophysical Feedback Mechanism. *JSTOR* 4175, 4354.
- Chico-Avelino, M., 2010. *Elaboración de un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA) como herramienta base para el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Tequixquiac, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cites, 2013. ¿Qué es CITES? [WWW Document]. Conv. Int. Trade Endanger. Species Wild Fauna Flora. URL <http://www.cites.org/esp/disc/what.php> (accedido 2.17.15).
- Clerici, N., Paracchini, M.L., Maes, J., 2014. Land-cover change dynamics and insights into ecosystem services in European stream riparian zones. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 14, 107-120. doi:10.1016/j.ecohyd.2014.01.002
- Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, 2013. *Ubicación de las áreas protegidas*. [WWW Document]. Secr. Medio Ambient. URL http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/ubicacion_areas_protegidas/index.htm (accedido 2.17.15).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2015. ¿Qué hacemos? [WWW Document]. Dir. Evaluación y Seguimiento. URL http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/ (accedido 2.17.15).

- Comisión Nacional del Agua, 2015. El clima en México. [WWW Document]. Sist. Meteorológico Nac. URL http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80 (accedido 3.15.15).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad., 2015. Portal de Geoinformación. [WWW Document]. Sist. Nac. Inf. sobre Biodiversidad. URL <http://conabio.net/> (accedido 4.15.15).
- CONAPO, 2011. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. Cons. Nac. Población. doi:Variado
- Conesa, F. V., Conesa, R. V., Capella, C. V., Conesa, R.L.A., 1997. Auditorías medioambientales Guía Metodológica., 2a ed. Mundi-Prensa, España.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2008. Anexo estadístico de pobreza en México. [WWW Document]. CONEVAL. URL http://www.coneval.gob.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2014.aspx (accedido 2.17.15).
- Consejo Nacional de Población, 2015. Anexo I. Cálculo de indicadores. [WWW Document]. CONAPO. URL <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1540/1/images/Anexosbibliografia.pdf> (accedido 7.14.15).
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260. doi:10.1038/387253a0
- Daily, G.C., Alexander, S., Ehrlich, P.R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P. a., Mooney, H. a., Postel, S., Schneider, S.H., Tilman, G.D., Woodwell, G.M., Schneider, H., Tilman, D., 1997. ECOSYSTEM SERVICES : Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems by Natural Ecosystems. *Issues Ecol.* 16. doi:1092-8987
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services: Special Issue: The Dynamics and Value of Ecosystem Services: Integrating Economic and Ecological Perspectives. *Ecol. Econ.* 2002, 393–408.

- Diario Oficial de la Federación, 2012. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Díaz, A., 2008. El impacto de la emigración internacional y el envío de remesas en San Juan Unión, Municipio de Taxco, Guerrero. Tesis de Doctorado en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Díaz, A.G., 2013. Análisis de políticas ambientales en torno a la Ecología Industrial en México y Cataluña. Tesis de Maestría de Sostenibilidad. Barcelona TECH. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Donovan, M.L., Rabe, D.L., Olson, C.W., 1987. Use of geographic information systems to develop suitability models. *Wildl. Soc. Bull.* 15, 574-579.
- Duraiappah, A.K., Naeem, S., 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. *Millenn. Ecosyst. Assess.*
- Echeverri, J., 2011. La dimensión topológica. [WWW Document]. Univ. del Valle, Cali. Colomb. URL <http://es.slideshare.net/LuisVlez2/15-vf-la-dimension-topologica-20111107> (accedido 7.14.15).
- FAO-Unesco, 1976. Mapa mundial de suelos, Volumen II. ed. París.
- Felicísimo, A., 1994. Modelos digitales del terreno: introducción y aplicaciones a las ciencias ambientales, 1a ed, Oviedo: Universidad de Oviedo. España.
- Felicísimo, P.A.M., 1999. La utilización de los modelos digitales del terreno en el estudio del medio físico., en: *Ambiente.*, M. del M. (Ed.), Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente. Ministerio del Medio Ambiente., España, pp. 127-139.
- Gaceta Municipal, 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Nicolás Romero, Estado de México.
- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).

- García, F., 2010. Tagetes spp: Estudio Anatómico y usos medicinales en Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez, F.M.E., Camacho, C.N., Anguita, P.M., 2007. El uso de los SIG en los sistemas de pago por servicios ambientales. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas. Univ. Rey Juan Carlos-Departamento Tecnol. Química y Ambient. 783 – 798.
- Gómez, O.D., 1992. Planificación Rural, 1a ed. Agrícola Española, España.
- González, T.M., 2004. Diagnóstico ambiental de la presa de Guadalupe, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Goodchild, M., Kemp, K., 1990. NCGIA Core Curriculum in GIS. Natl. Cent. Geogr. Inf. Anal. 1, 128.
- Google, 2014. Google Earth [WWW Document]. Google. URL <https://www.google.com/earth/> (accedido 1.1.14).
- Guevara, A., 2005. Política ambiental en México: Génesis, desarrollo y perspectivas. ICE México 821, 163–176.
- Gutiérrez, H.A., Gutiérrez, C.P., Villavicencio, E.O., 2015. Sistema de información geográfica Municipal de Lerma (SIGLerma), Estado de México. Ayuntamiento de Lerma, 1a ed. México.
- H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Nicolás Romero. Gac. Gob.
- H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015, 2013. Plan de desarrollo municipal. [WWW Document]. Munic. Nicolás Romero. URL <http://www.ipomex.org.mx/ipo/archivos/downloadAttach/114110.web;jsessionid=DC9E948B18E281F35DA2D6A48DAA5CB0> (accedido 6.26.15).

- H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014. Delimitación y estructura Territorial, localización y Extensión. [WWW Document]. Munic. Nicolás Romero. URL <http://www.nicolasromero.gob.mx/#!/historia/cke8> (accedido 8.26.14).
- Henríquez, C., Azócar, G., 2006. Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. *Rev. Geogr. Norte Gd.* 61-74. doi:10.4067/S0718-34022006000200004
- INEGI, 2014. Mujeres y hombres en México 2014a / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2015. vii, 1a ed. México.
- INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. INEGI.
- INEGI, 2011. Datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Cart. 1250,000.
- INEGI, 2010a. Censo de población y vivienda ITER-INEGI. INEGI.
- INEGI, 2010b. Red hidrográfica 2.0. INEGI.
- INEGI, 2005a. Censo de población y vivienda ITER-INEGI. INEGI.
- INEGI, 2005b. Datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Cart. 1250,000.
- INEGI, 2004. La Población Indígena en México/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, 1a ed. México.
- INEGI, 1976a. Carta edafológica E14A28. Cart. 150,000.
- INEGI, 1976b. Carta edafológica E14A29. Cart. 150,000.
- INEGI, 1975a. Carta geológica E14A28. Cart. 150,000.
- INEGI, 1975b. Carta geológica E14A29. Cart. 150,000.
- INEGI, 1970a. Carta de uso de suelo y vegetación E14A28. Cart. 150,000.
- INEGI, 1970b. Carta de uso de suelo y vegetación E14A29. Cart. 150,000.

- INE-SEMARNAT-SEDESOL, 2003. Términos de referencia para la realización del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Rosario Tesopaco, Sonora. Inst. Nac. Ecol. Medio Ambient. y Recur. Nat. Secr. Desarro. Soc.
- Jefferson, R., Luken, J.O., 1991. Directing Ecological Succession. *J. Ecol.* 79, 264. doi:10.2307/2260801
- Johnson, L.B., 1990. Analyzing spatial and temporal phenomena using geographical information systems. A review of ecological applications. *Landsc. Ecol.* 4, 31-43. doi:10.1007/BF02573949
- Johnston, C.A., Naiman, R.J., 1990. Aquatic patch creation in relation to beaver population trends. *Ecology* 71, 1617-1621. doi:10.2307/1938297
- Lázaro, R.G., 2010. Diagnóstico Ambiental de la localidad el mirador, en las inmediaciones del ejido de San Francisco Magú, Municipio de Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lee, W.T.H., 1985. Implementing LESA on a geographic system: a case study. *Photogrammetric Eng. Remote Sensing.* 12, 1923-1932.
- López, A.I., Chagollan, A.F., Del Campo, A.J.M., García, R.R., Contreras, G.I., García, V.R., 2006. *Ecología*, 1a ed. México.
- López, C.F., Blanco, M., 1976. *Hidrología Forestal*, 1a ed. Madrid.
- Macho, S.M., 2002. ¿Qué es la topología? [WWW Document]. Univ. del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. URL <http://www.ehu.eus/~mtwmastm/sigma20.pdf> (accedido 7.14.15).
- Maes, J., Paracchini, M.-L., Zulian, G., 2011. A European assessment of the provision of ecosystem services - Towards an atlas of ecosystem services, 1a ed, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union. Italia. doi:10.2788/63557
- Margalef, R., 1997. *Our Biosphere.*, en: Kinne, O. (Ed.), *Excellence in Ecology Series*. Ecology Institute, Alemania.

- Martínez, M.L., 2011. Evaluación del efecto de los perros llaneros (*Cynomys ludovicianus*) en la provisión de servicios ecosistémicos de los pastizales del norte de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental). Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, R.C., 2008. Presentación y análisis de datos climáticos. Geografía Física II. Fac. Arquitect. Urban. y Geogr. Univ. Concepción.
- Martínez, V.J., Martín, L.M.A., 2001. Métodos para la planificación de Espacios Naturales Protegidos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas., 1a ed. CSIC, España.
- Merino, L., Robinson, J., 2006. El manejo de los recursos de uso común. Pago por servicios ambientales., 1a ed. México.
- Moberg, F., Folke, C., 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol. Econ.* 29, 215–233. doi:10.1016/S0921-8009(99)00009-9
- Monroy, J.F., Toscana A, A., Campos V., M.M., 2008. Gobiernos municipales del estado de México ante riesgos y desastres. El caso de San Mateo Atenco., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 29.
- Montilva, J., Granados, G., 1996. Modelado y manipulación de redes de servicios usando grafos espaciales en C++, 1a ed. Venezuela.
- Montoya Ayala, R., Padilla Ramírez, J., Stanford Camargo, S., 2003. Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Boletín la A.G.E.* 35, 123–136.
- Montoya-Ayala, R., 1998. Análisis del paisaje en la región de los Tuxtlas Veracruz, México. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid.
- Mooser, F., Nairn, A.E.M., Negendank, J.F.W., 1974. Palaeomagnetic investigations of the tertiary and quaternary igneous rocks: VIII a palaeomagnetic and petrologic study of volcanics of the valley of Mexico. *Geol. Rundschau* 63, 451–483. doi:10.1007/BF01820824

- Moreno, N.G., Colín L., J.J., Neyra, L., 2008. México y su diversidad biocultural. Un análisis espacial., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 69.
- Muñoz, A.M., 2009. Diagnóstico Ambiental de la Sub-cuenca de Otumba, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma.
- Neaupane, K., Piantanakulchai, M., 2006. Analytic network process model for landslide hazard zonation, 1a ed.
- Némiga, X.A., Hernández, Z.S.L., 2011. La innovación geotecnológica como soporte para la toma de decisiones en el desarrollo territorial., en: Balderas, P.M.A. (Ed.), XIII Conferencia Iberoamericana en Sistemas de Información Geográfica. XIII Conferencia Iberoamericana en Sistemas de Información Geográfica., México, pp. 249, 290. doi:978-607-00-4404-5
- Norberg, J., 1999. Linking nature's services to ecosystems: Some general ecological concepts. *Ecol. Econ.* 29, 183–202. doi:10.1016/S0921-8009(99)00011-7
- Olaya, V., 2004. Hidrología Computacional y Modelos Digitales del Terreno. Teoría, Práctica y Filosofía de una nueva forma de análisis hidrológico., 1a ed. Madrid.
- Osete, M.L., Ruiz-Martínez, V.C., Caballero, C., Galindo, C., Urrutia-Fucugauchi, J., Tarling, D.H., 2000. Southward migration of continental volcanic activity in the Sierra de Las Cruces, Mexico: Palaeomagnetic and radiometric evidence. *Tectonophysics* 318, 201–215. doi:10.1016/S0040-1951(99)00312-1
- Palacio, J.L., Corona N., R., Bürgi, M., 2008. El papel de las variables biofísicas para determinar la distribución de las actividades primarias en el sur de Oaxaca., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 35.
- Parrish, J.D., Braun, D.P., Unnasch, R.S., 2003. Are We Conserving What We Say We Are? Measuring Ecological Integrity within Protected Areas. *Bioscience* 53, 851–860. doi:10.1641/0006-3568(2003)053[0851:AWCWWS]2.0.CO;2

- Peña, R.I.C., 2013. Modelo cuantitativo para inestabilidad de laderas en un ambiente SIG, aplicado en la Sierra Norte de Chiapas. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peña-Torrededia, S., Pérez-Mesa, D.S., Parreño-Castellano, J.M., 1997. Ordenación territorial en áreas de montaña: la comarca de los montes granadinos, 1a ed. Universidad de Granada, España.
- Perevochtchikova, M., 2008. El estado actual del sistema de monitoreo ambiental en la Zona Metropolitana de la ciudad de México., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 28.
- Peters, D., Bestelmeyer, B., Herrick, J., Fredrickson, E., Monger, C., Havstad, K., 2006. Disentangling complex landscapes: New insights into arid and semiarid system dynamics. *Bioscience* 56, 491-501.
- Racionero, L., 1981. Sistemas de Ciudades y Ordenación del Territorio, 1a ed. Universidad de Madrid., Madrid.
- Ramírez, K.L., 2013. Diagnóstico Ambiental y propuesta de un proyecto de ecoturismo para la localidad de Tres Piedras, Cahuacán Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Remondo, J., González-Díez, A., Díaz de Terán, J.R., Cendrero, A., 2003. Landslide susceptibility models utilising spatial data analysis techniques. A case study from the lower Deba Valley, Guipúzcoa (Spain). *Nat. Hazards* 30, 267-279. doi:10.1023/B:NHAZ.0000007202.12543.3a
- Reyes, H., 2008. Propuesta de aprovechamiento sustentable del mezquite en el municipio de Rio Verde, San Luis Potosí., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 101.
- Reynoso, P.R., Alvarado, C.M., 2008. Crecimiento poblacional y medio ambiente. Cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala., en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 28.

- Rojas, V.O., 2008. Representación y análisis de datos climáticos. [WWW Document]. Dep. Geogr. Fac. Arquít. Urban. y Geogr. Univ. concepción. URL <www.udec.cl/~ocrojas (accedido 3.15.15).
- Rolón, E., 2009. Situación Actual y Futura de los Pagos por Servicios Ambientales en México: el caso de hidrológicos [WWW Document]. Inst. Nac. Ecol. y Cambio Climático. URL http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_03_erolon.pdf (accedido 2.17.15).
- SAFAP, 2011. Bosque del paraíso Desarrollo Inmobiliario. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. P.P. el Ocote y las carretas., SAFAP. Nicolás Romero, Estado de México.
- Sánchez, 2012. Propuesta de manejo de suelo del parque urbano Bosque de San Juan de Aragón. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, D., 2014. Elaboración de un S.I.G.M.A. y su aplicación en modelos territoriales del Municipio de Cuautitlán Izcalli como base para el ordenamiento ecológico municipal. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma.
- Sánchez, J.A., 2010. Localización de la infraestructura de Agua Potable de la Delegación Gustavo A. Madero, a través de un sistema de Información Geográfica. Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil. Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sancho, F., Villatoro, M., 2006. Efecto de la posición en la pendiente sobre la productividad de tres secuencias de suelos en ambientes turísticos de Costa Rica. Agron. Costarric. 3, 159-174.
- Santiago, J., 2010. Valoración de servicios ecosistémicos de la comunidad de San Bartolomé Loxicha, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sarria, F.A., 2006. Elementos que componen una capa Raster [WWW Document]. Univ. Murcia. URL http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node29_ct.html (accedido 7.28.15).

- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., de la Maza, J., 2009. Capital Natural de Mexico. Síntesis: Conocimineto actual y perspectivas de sustentabilidad. Com. Nac. para el Conoc. y Uso la Biodivers. 104.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Inventario nacional de suelos 2002. [WWW Document]. Dir. Gen. Estadística e Inf. Ambient. URL http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html (accedido 1.12.15).
- Secretaría General de Medio Ambiente, 2004. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología., 5a ed. Secretaría General para la prevención de la contaminación y del cambio climático., España.
- SEDESOL, 2010. Guía Metodológica para elaborar Programas Municipales de Ordenamiento Territorial, 1a ed. México.
- SEMARNAT, 2010. NORMA oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. D. Of. la Fed.
- SEMARNAT-INE, 2006. Manual del proceso de Ordenamiento Ecológico, 1a ed. México.
- Serrada, R., 2008. Apuntes de Silvicultura., 1a ed. Forestal, EUIT, Madrid.
- SMN, 2010. Normales Climatológicas (1951-2010). Com. Nac. del Agua.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. Soil Sci. 72, 483. doi:10.1097/00010694-195112000-00022
- Sosa-Escalante, J., Kantún-Palma, R., 2013. Áreas Naturales Protegidas., en: García-Gil, G., Sosa Escalante, J. (Eds.), Ordenamiento Territorial del estado de Yucatán: Visión 2030. Universidad Autónoma de Yucatán. Gobierno del Estado de Yucatán., México, pp. 75–89.
- Star, J., Estes, J., 1990. Geographic Information Systems; an introduction., 1a ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Estados Unidos.

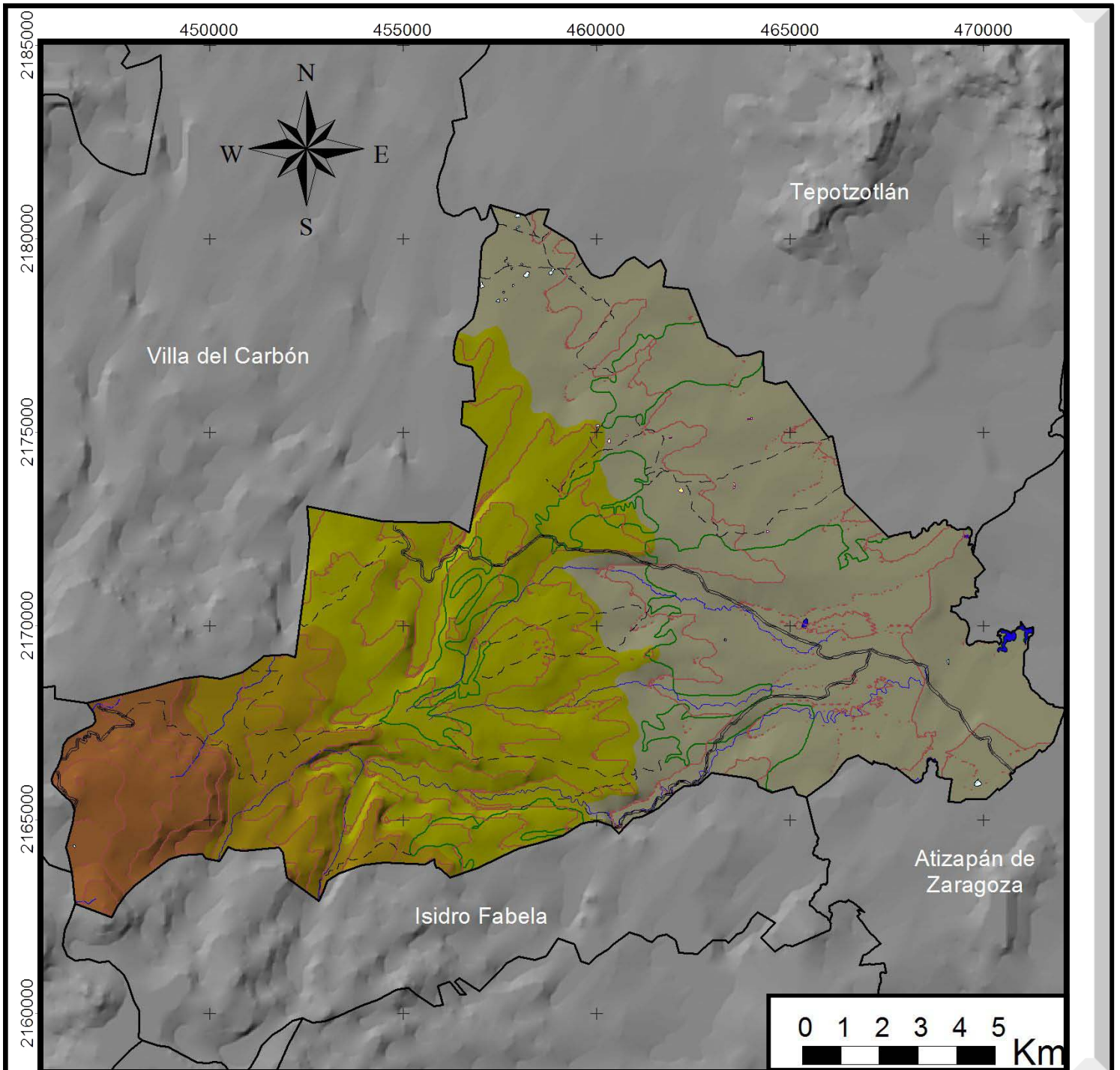
- Toledo, J., 2013. Inventario de la mastofauna de la localidad de Tres Piedras, Cahuacán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toledo, V.M., García-Frapolli, E., 2008. Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos* 21, 103-116.
- Toledo-Ocampo, A., 2014. Planificación de sistemas socioecológicos complejos, 1a ed. México.
- Trinidad, M.A., 2012. Elaboración de un SIGMA (Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental), como base para el ordenamiento Ecológico y Territorial de Temascalapa, Estado de México y su aplicación con modelos. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ubalde, J., Rius, J., Poch, R., 1999. Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la ribera salada mediante fotografía aérea y SIG (El Solsonés, Lleida, España). *Pirineos* 153-154, 101-122. doi:10.3989/pirineos.1999.v153-154.108
- Ugalde, I.E., 2008. Manejo integral del geosistema del manglar dentro de la reserva de la biósfera de río Lagartos, Yucatán, en: Sánchez, A.C. (Ed.), México: múltiples enfoques, múltiples territorios. Congreso Nacional de Geografía. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística., Zacatecas, México, p. 69.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014. Lista Roja de la UICN. [WWW Document]. UICN. URL https://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_especies/sur_listaraja/ (accedido 2.17.15).
- Universidad de Buenos Aires., 2013. Cátedra de edafología. [WWW Document]. Fac. Agron. URL <http://www.agro.uba.ar/catedras/edafo> (accedido 2.17.15).
- Vázquez-Sánchez, E., Jaimes-Palomera, R., 1989. Geología de la cuenca de México. *Geofísica Int.* 28, 133-190.
- Walker, L., 2005. Margalef y la sucesión ecológica. *Ecosistemas* 14, 66-78.

- World Meteorological Organization, 2008. Guide of Meteorological Instruments and Methods of Observation, 7a ed, WMO. Suiza. doi:Guide to meteorological instrument and observing practices
- Yañes, V.C., Batis, A., Alcocer, S.M., Gual, D.M., Sánchez, D., 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación., 1a ed. INE-UNAM, México.

ANEXOS**Cartografía temática**

1.- ALTIMETRÍA	149
2.- RELIEVE.....	150
3.- PENDIENTE.....	151
4.- EXPOSICIÓN DEL TERRENO	152
5.- SOMBREADO TOPOGRÁFICO.....	153
6.- HIDROGRAFÍA	154
7.- TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL.....	155
8.- TEMPERATURA MEDIA ANUAL.....	156
9.- TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL.....	157
10.- PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL	158
11.- EVAPOTRANSPIRACIÓN NORMAL ANUAL	159
12.- GEOLOGÍA.....	160
13.- EDAFOLOGÍA.....	161
14.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN, 2011.....	162
15.- ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	163
16.- RIQUEZA DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA 1 - 2	164
17.- RIQUEZA DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA 2 - 2	165
18.- ESPECIES EN RIESGO	166
19.- TAMAÑO POBLACIONAL	167
20.- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL GEOMÉTRICO.....	168
21.- ESTRUCTURA POBLACIONAL (GÉNERO)	169
22.- ESTRUCTURA POBLACIONAL (GRUPOS DE EDAD).....	170
23.- NÚMERO DE HOGARES	171
24.- JEFATURA DE HOGARES.....	172
25.- POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA	173
26.- ANTROPIZACIÓN.....	174
27.- POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	175
28.- MAPA BASE	176
29.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN, 1970.....	177
30.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN, 2005.....	178
31.- CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN 41 AÑOS	179
32.- CALIDAD DE LA VEGETACIÓN.....	180
33.- FRAGILIDAD DE LA VEGETACIÓN	181
34.- INTEGRIDAD ECOLÓGICA	182

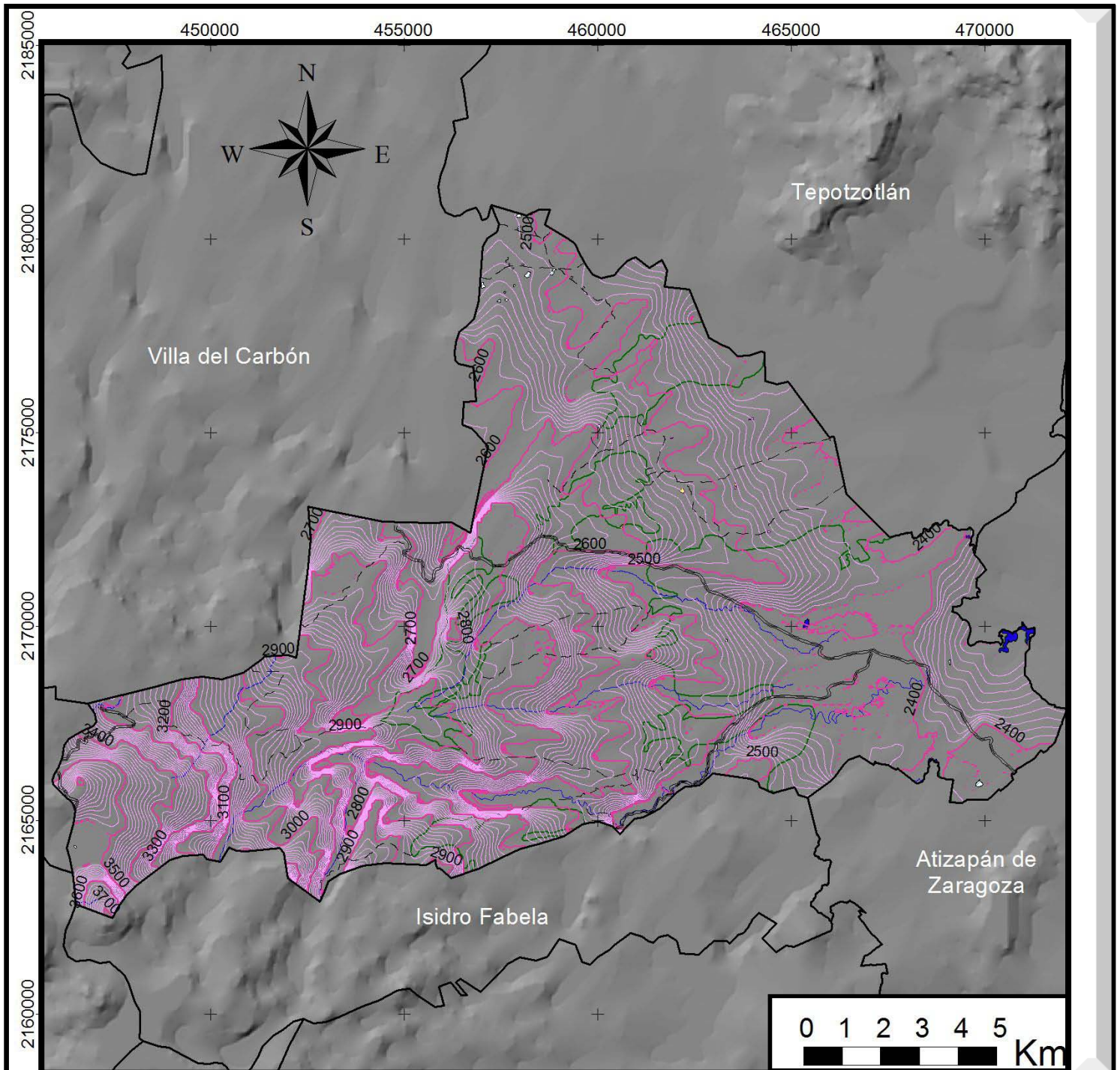
1.- ALTIMETRÍA



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> — Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>ALTURA (msnm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2300 - 2580 2581 - 2681 2862 - 3141 3142 - 3421 3422 - 3701

Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.

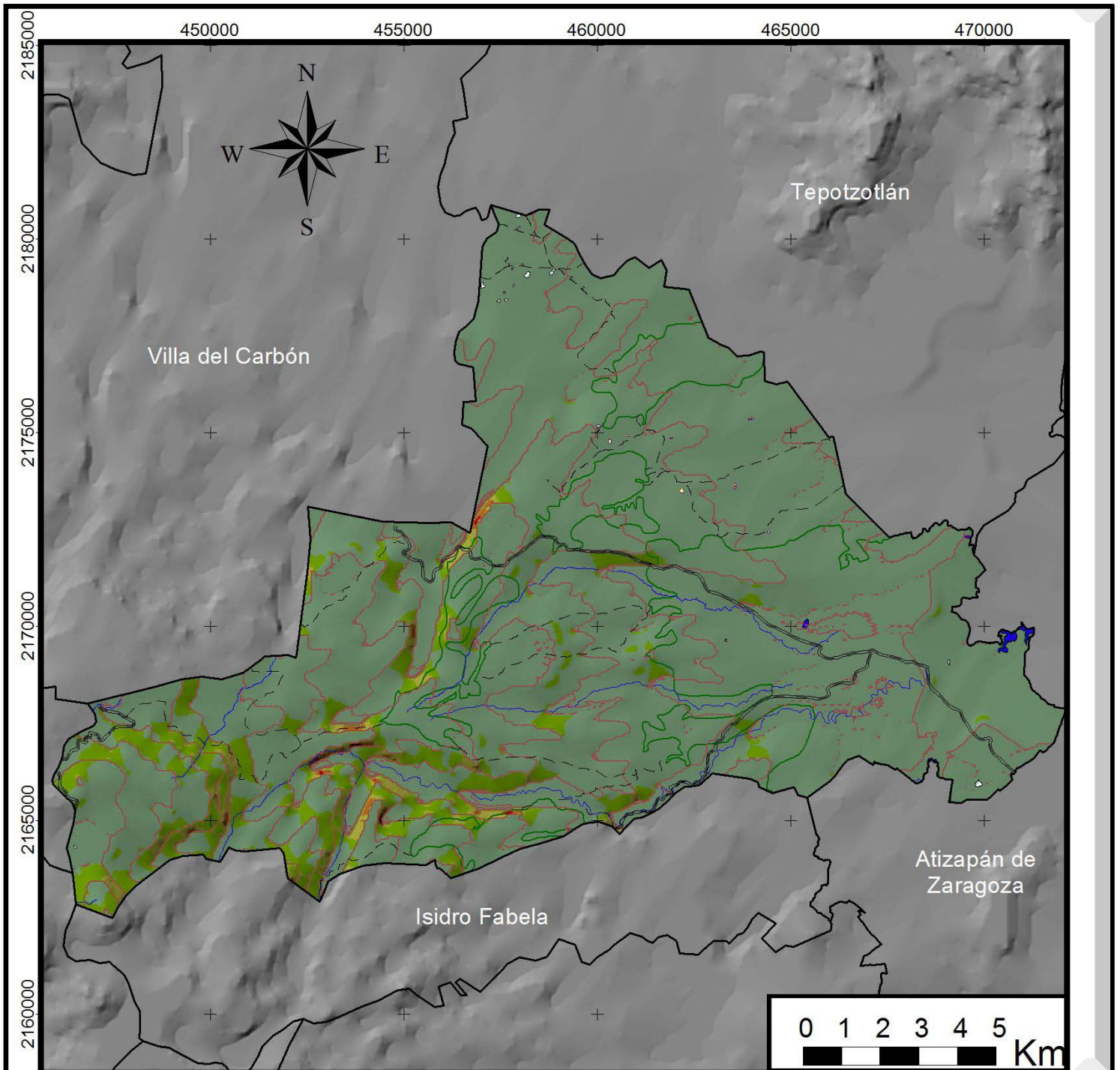
Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

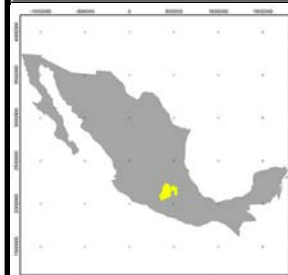



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> — Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Curvas de nivel (100 m) — Curvas de nivel (10 m)

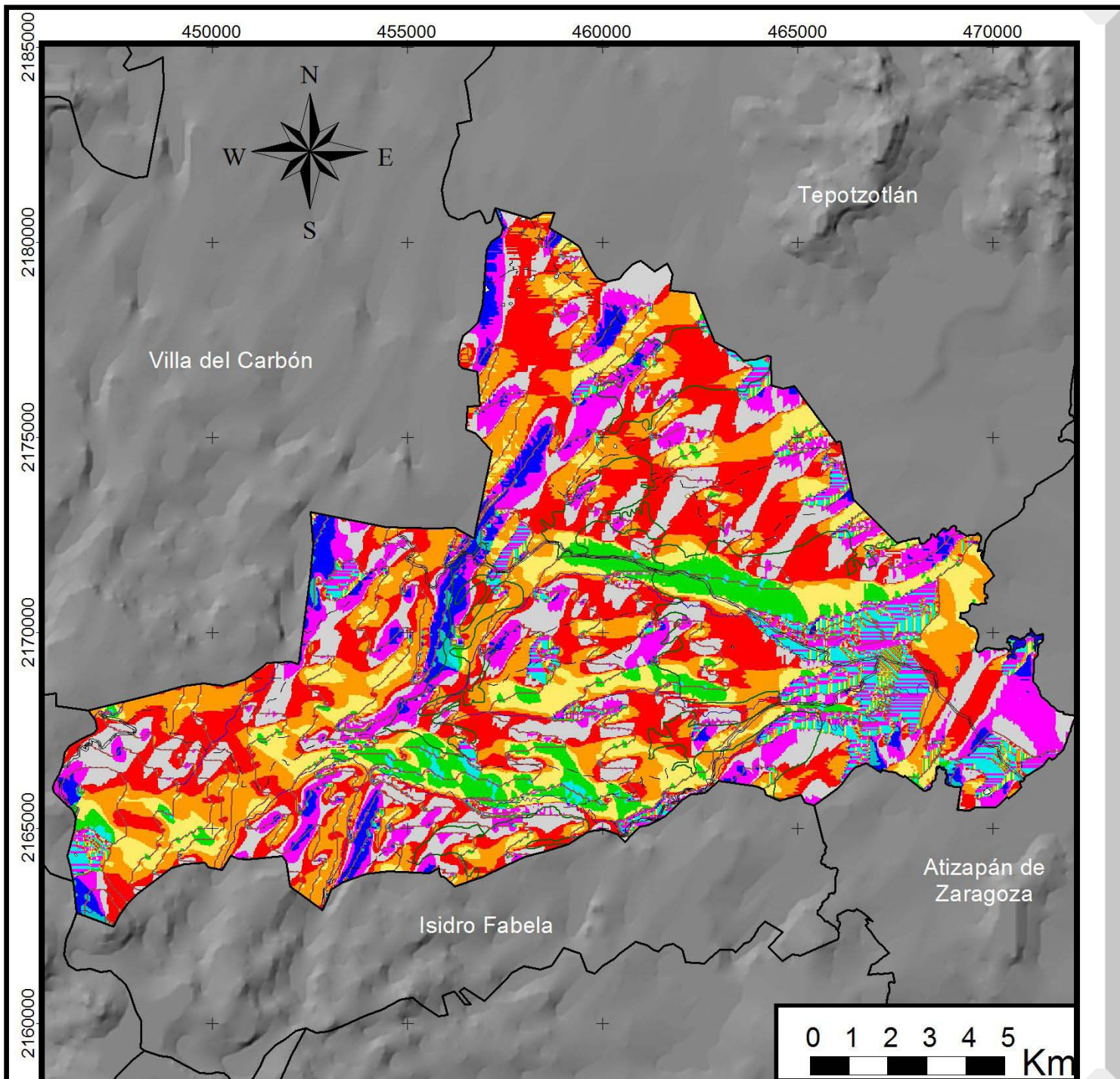
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

3.- PENDIENTE



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> — Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>PENDIENTE EN GRADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 9.7 9.8 - 19.5 19.6 - 29.2 29.3 - 39 39.1 - 49
			

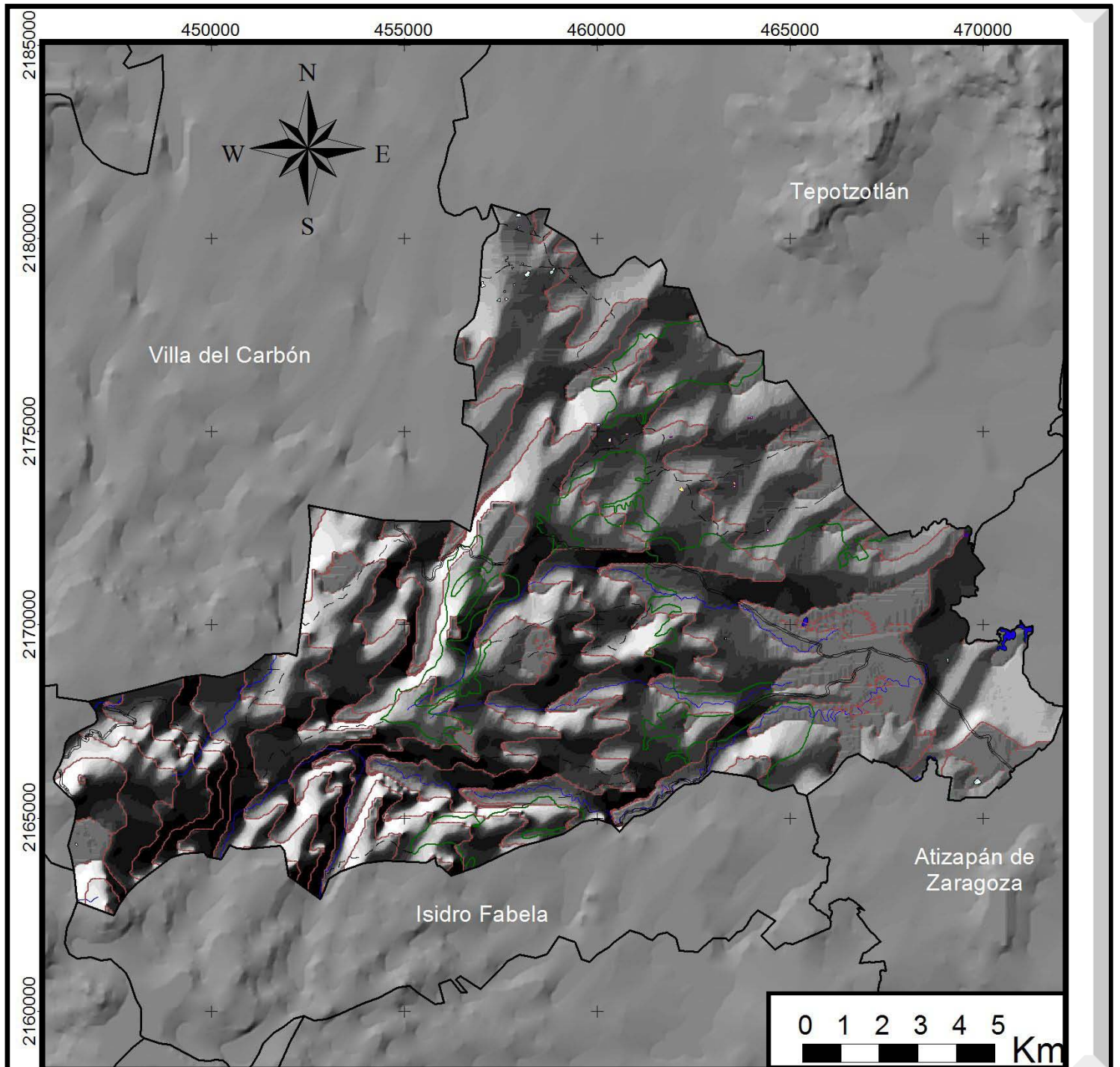
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>ORIENTACIÓN EN GRADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Plano Norte (0 - 22.5, 337.5 - 360) Noroeste (22.5 - 67.5) Este (67.5 - 112.5) Sureste (112.5 - 157.5) Sur (157.5 - 202.5) Suroeste (202.5 - 247.5) Oeste (247.5 - 292.5) Noroeste (292.5 - 337.5)

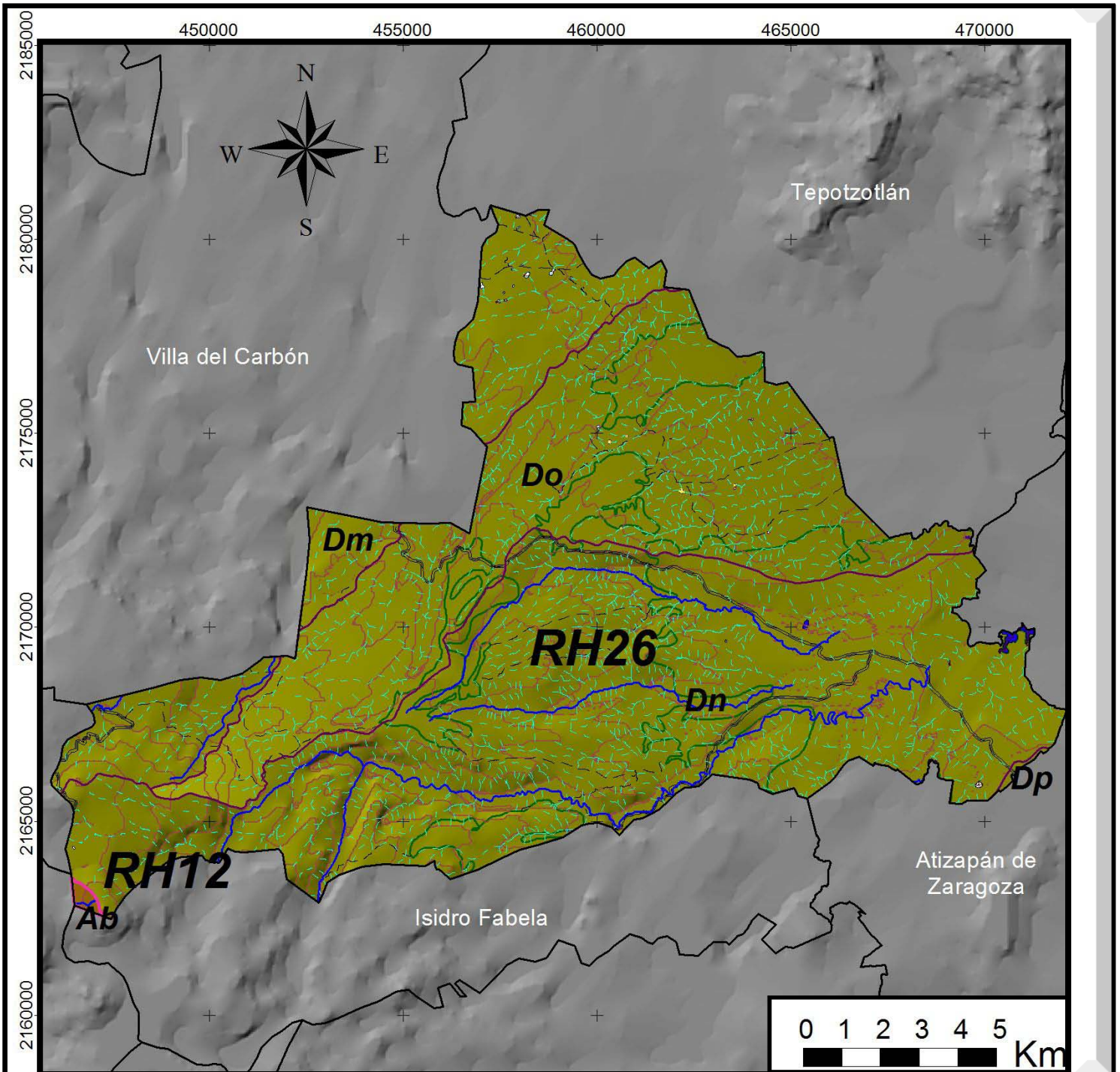
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

5.- SOMBREADO TOPOGRÁFICO



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE ILUMINACIÓN ALTITUD 45°, AZIMUTAL 315°</p> <ul style="list-style-type: none"> 10 - 37 38 - 64 65 - 91 92 - 118 119 - 145 146 - 172 173 - 199 200 - 226 227 - 254

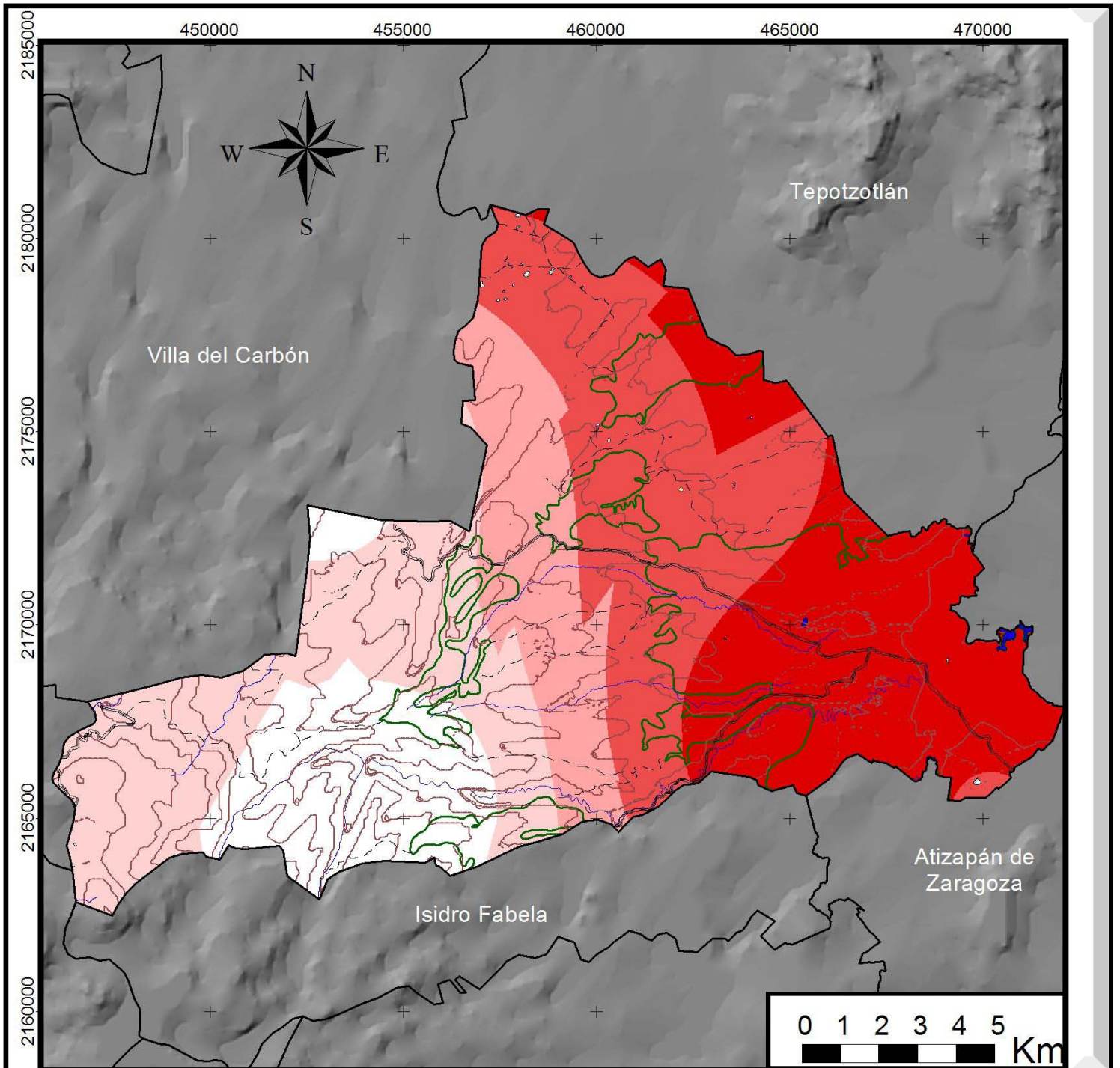
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal Región hidrológica Subcuenca hidrológica 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Flujo virtual Escorrentías superficiales Ríos perennes Cuerpo intermitente Cuerpo perenne <p>RH26 Región hidrológica</p> <p>D Cuenca hidrológica</p> <p>m Subcuenca hidrológica</p>

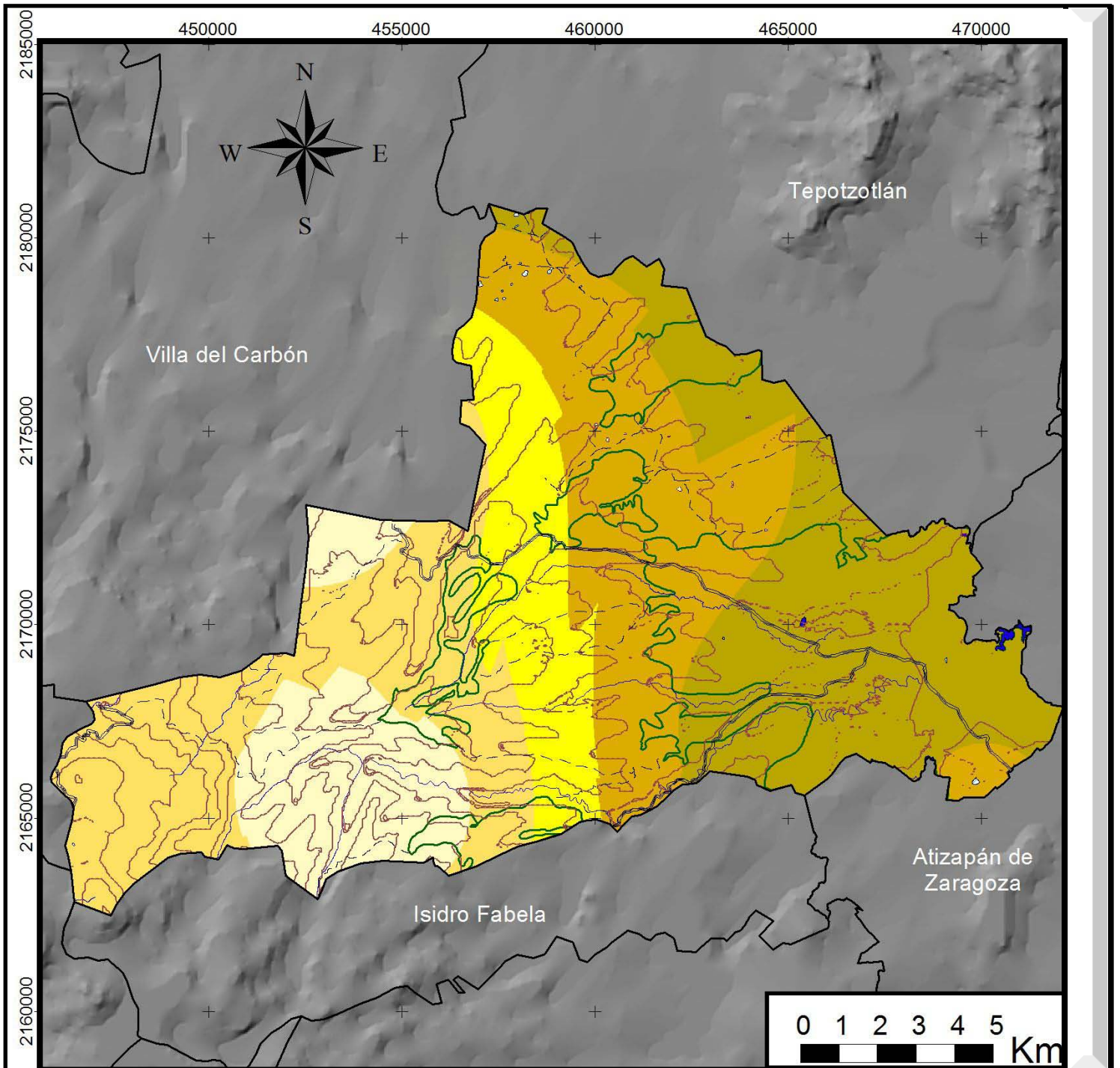
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

7.- TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>TEMPERATURA (°C)</p> <ul style="list-style-type: none"> 20.30 - 20.96 20.97 - 21.62 21.63 - 22.28 22.29 - 22.94 22.95 - 23.60

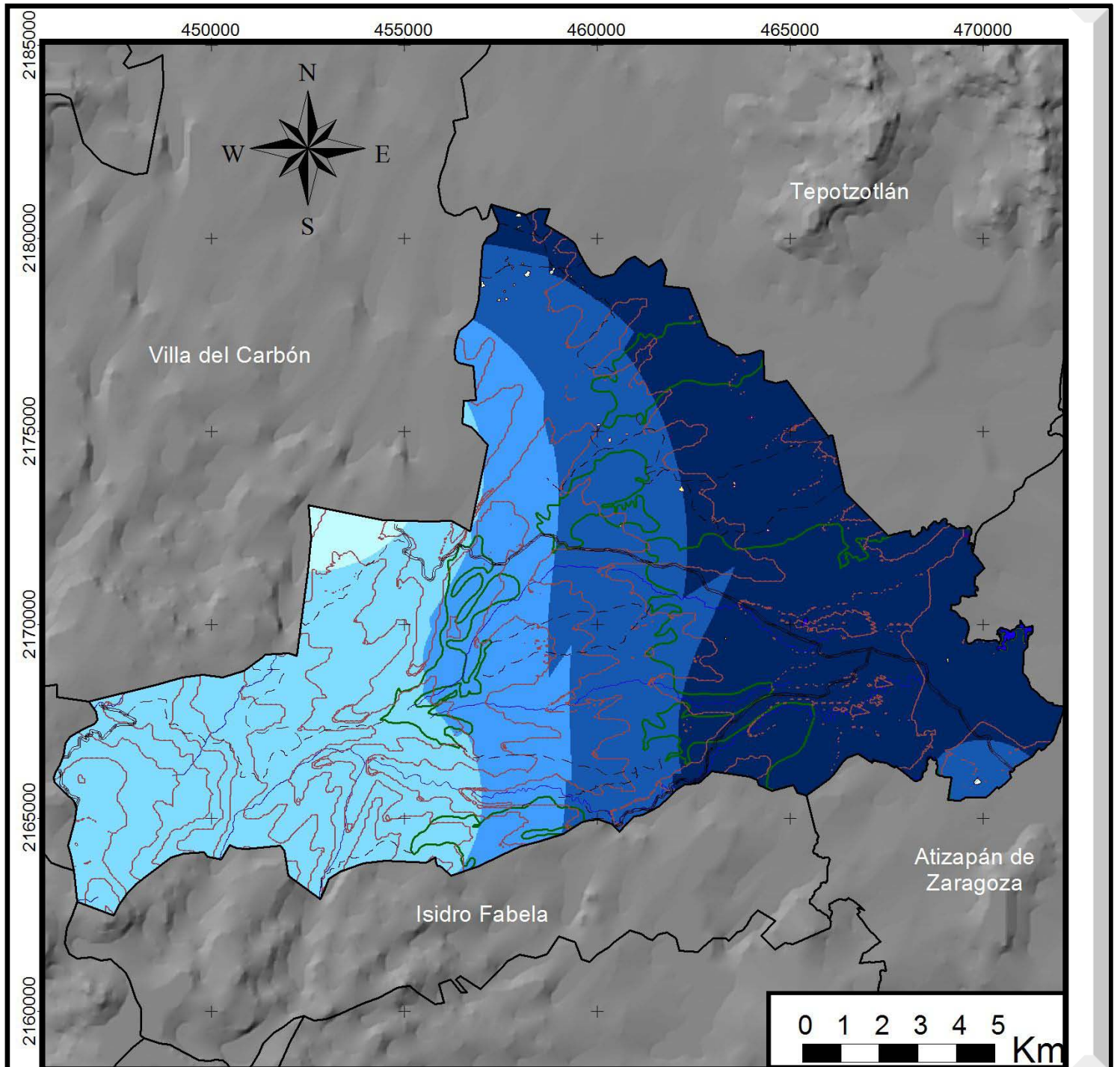
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Datos del SMN de la CNA.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>TEMPERATURA (°C)</p> <ul style="list-style-type: none"> 12.544 - 13.159 13.160 - 13.774 13.775 - 14.389 14.390 - 15.004 15.005 - 15.619
---	--	--	--

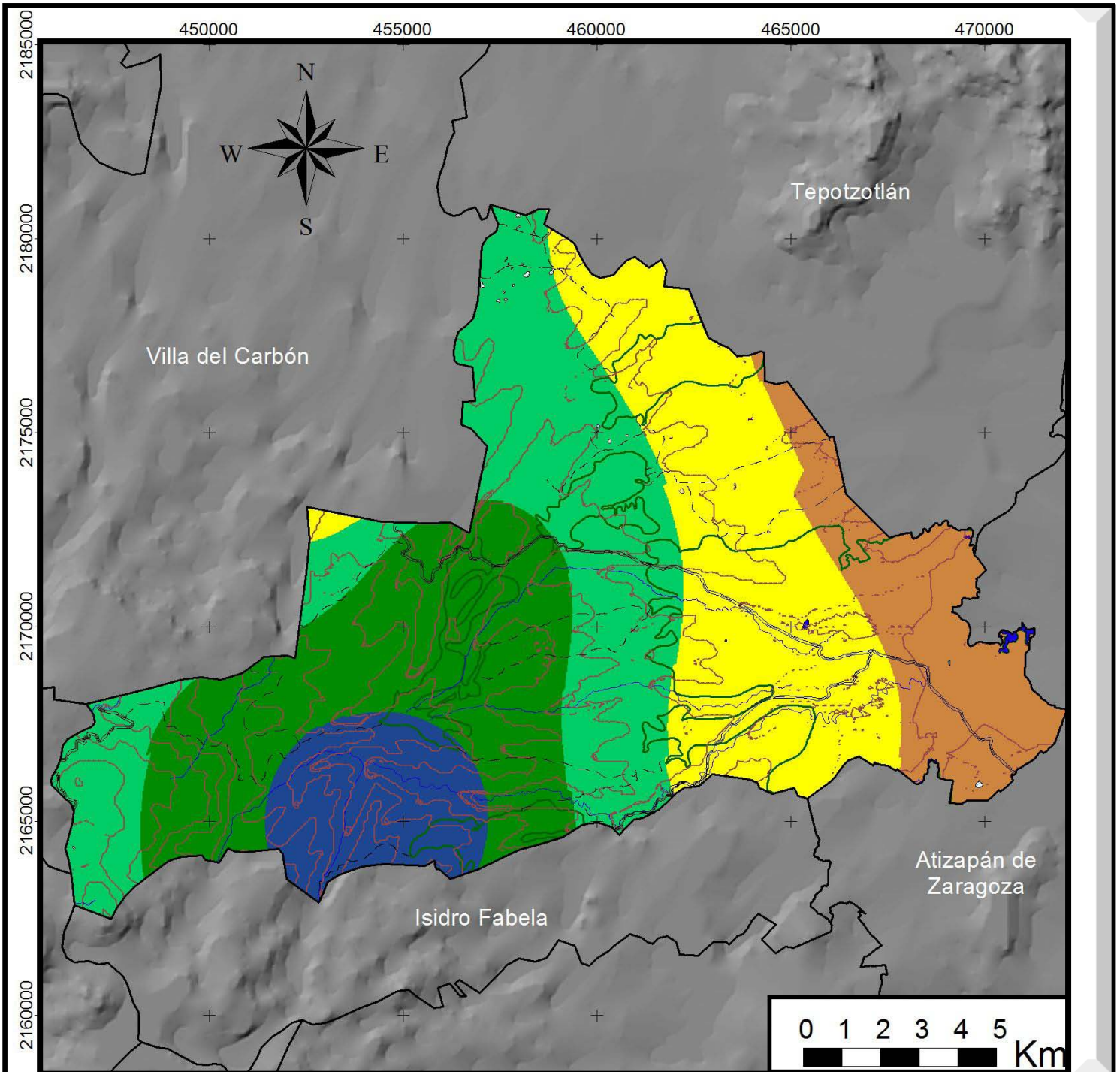
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Datos del SMN de la CNA.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.

9.- TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>TEMPERATURA (°C)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2300 - 2580 2581 - 2681 2862 - 3141 3142 - 3421 3422 - 3701
---	--	---	---

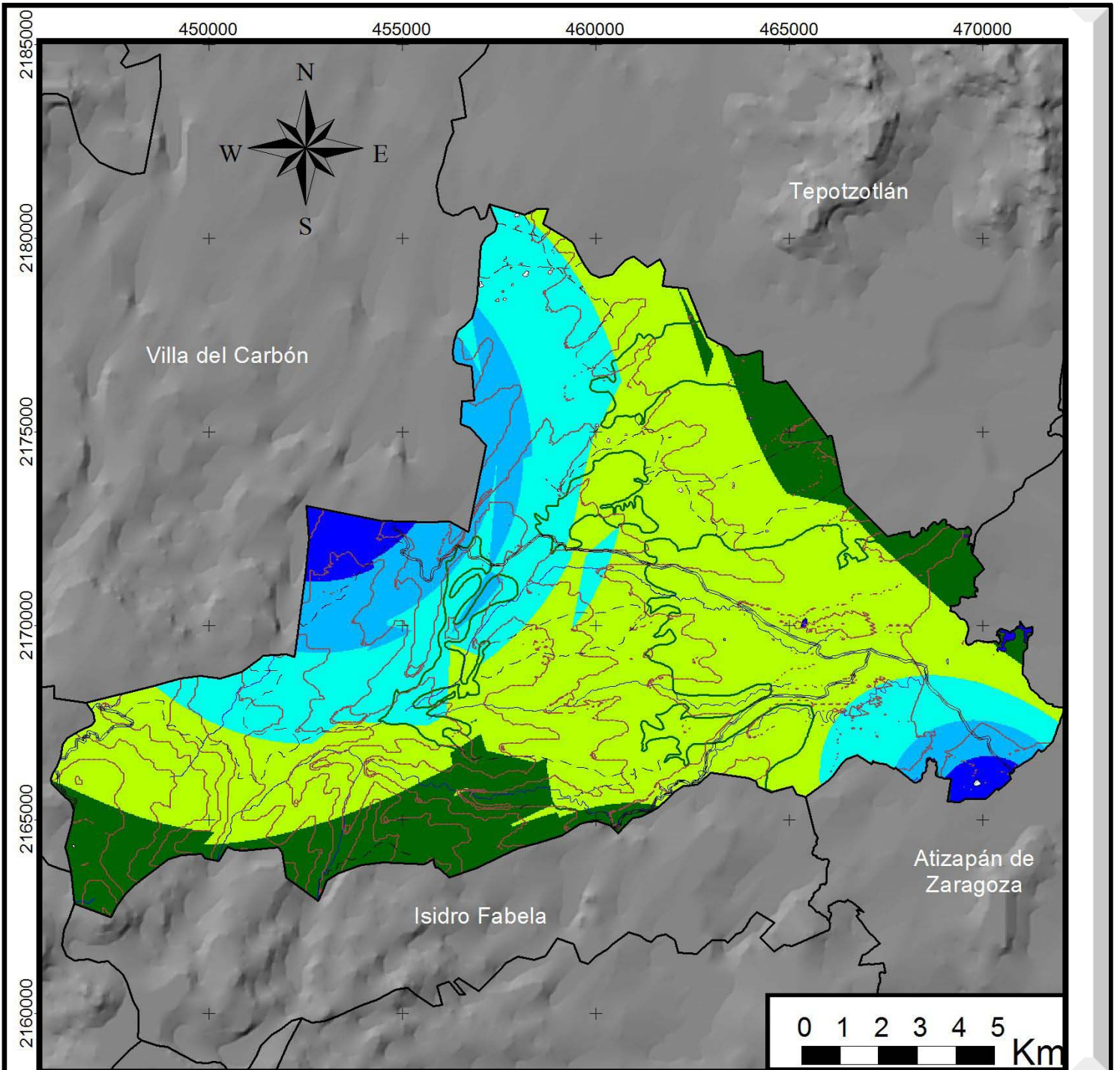
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Datos del SMN de la CNA.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>PRECIPITACIÓN (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 751.898 - 850.337 850.338 - 948.777 948.778 - 1047.217 1047.218 - 1145.657 1145.658 - 1244.096

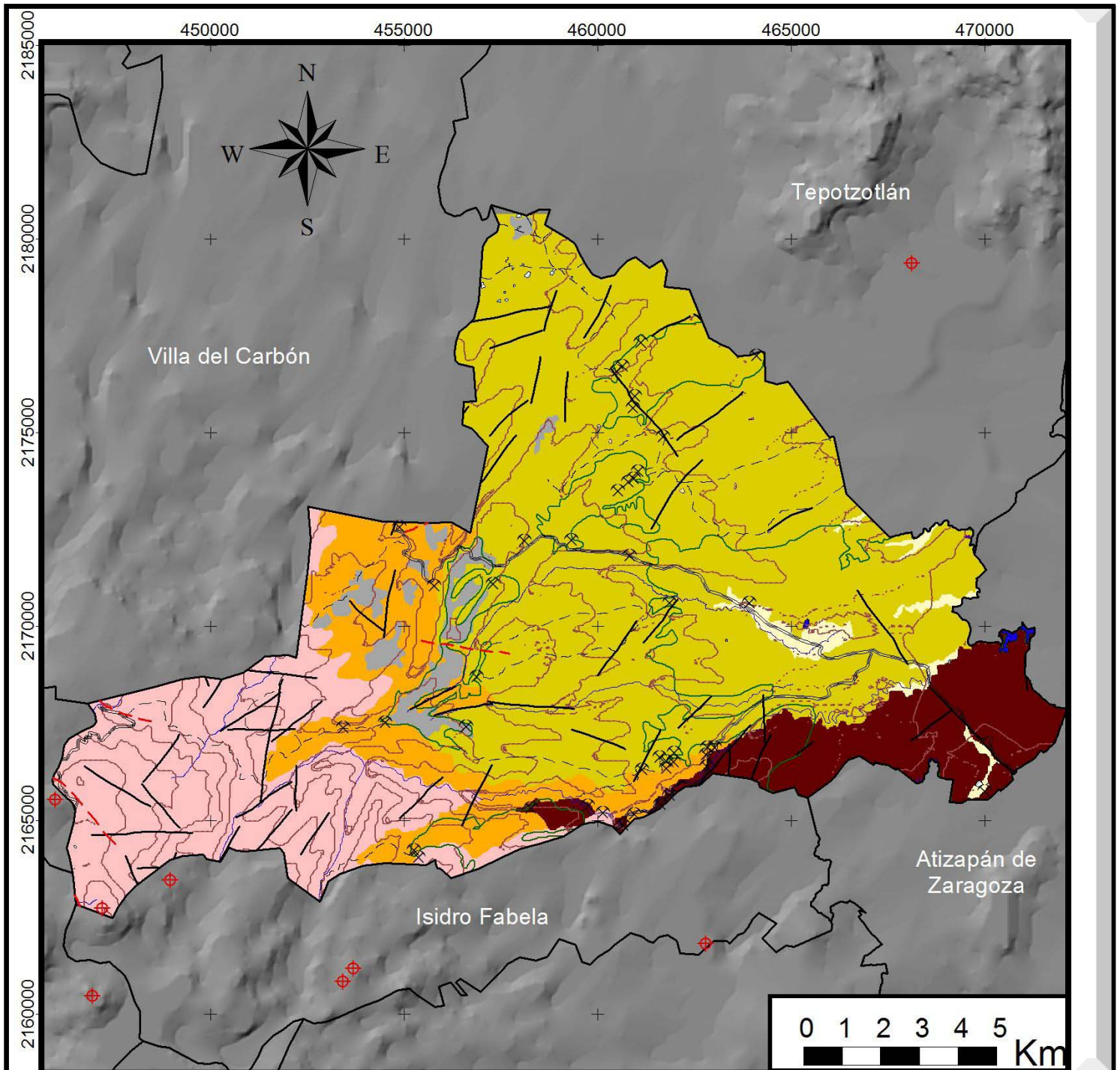
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

11.- EVAPOTRANSPIRACIÓN NORMAL ANUAL



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>EVAPOTRANSPIRACIÓN (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1512.256 - 1536.658 1536.659 - 1561.060 1561.061 - 1585.462 1585.463 - 1609.864 1609.865 - 1634.266
		<p>0 1 2 3 4 5 Km</p>	

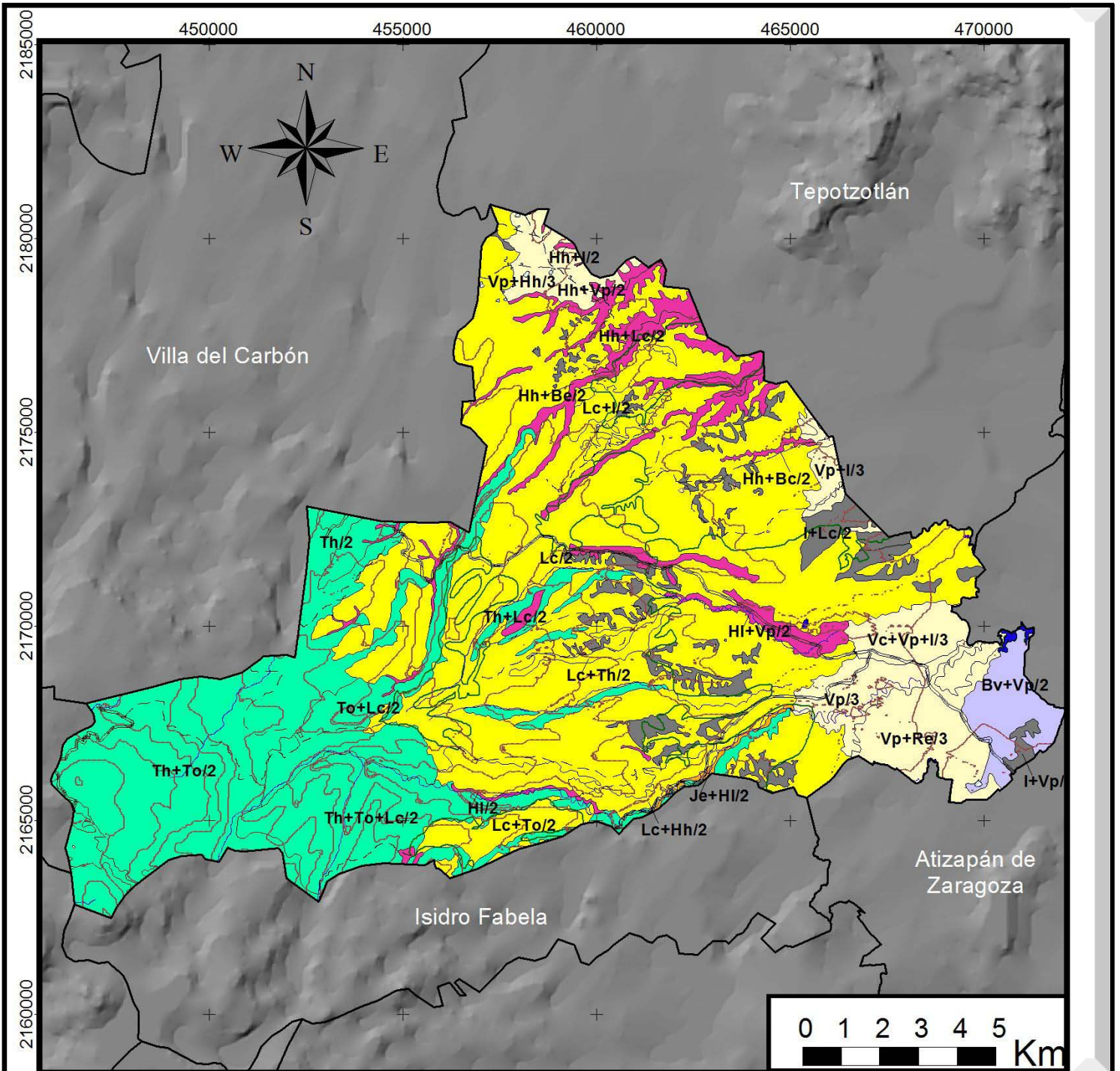
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✕ Banco de material ⊕ Volcán Falla Fractura Aluvial Andesita Arenisca-Toba Brecha volcánica Residual Toba

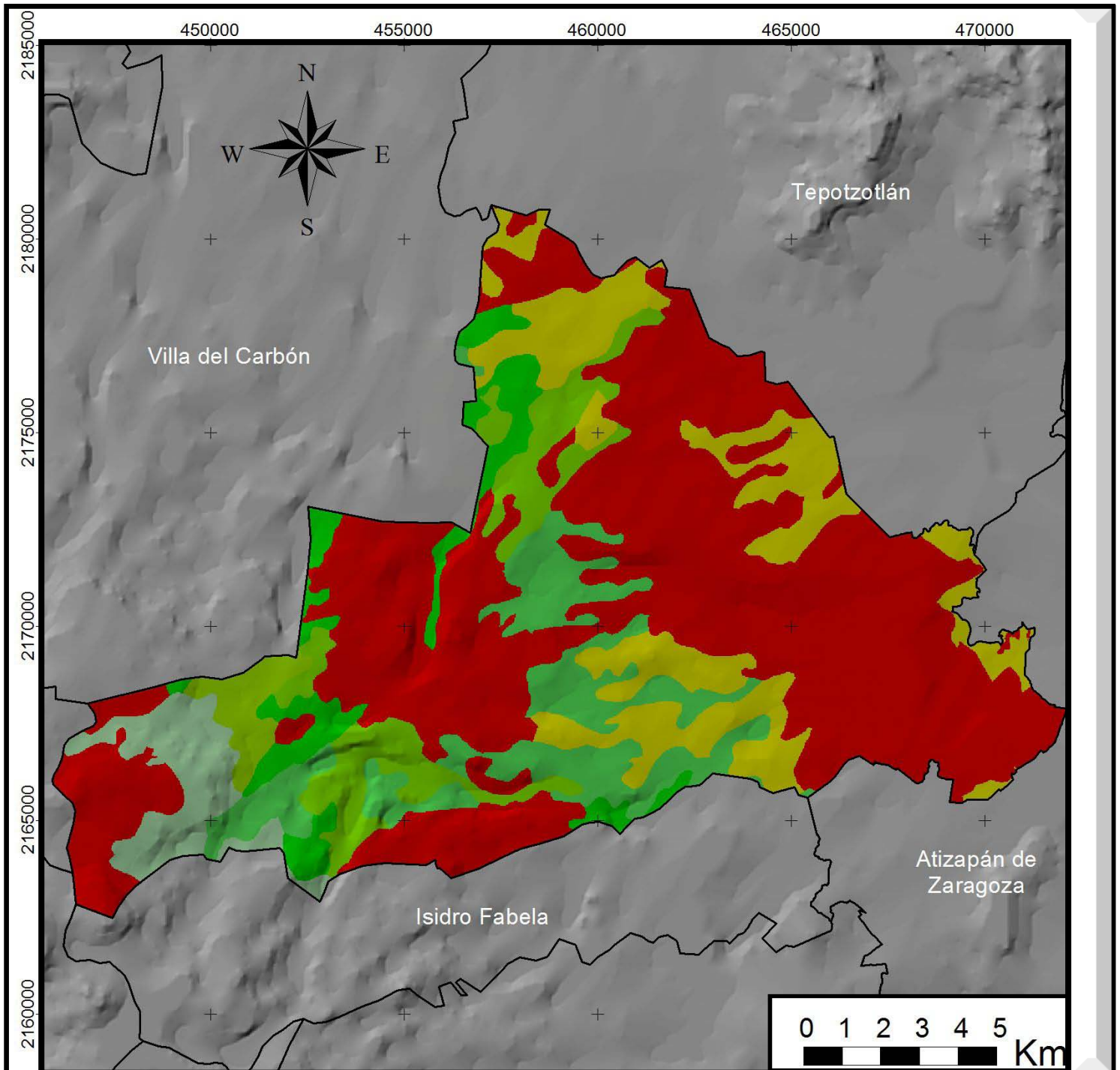
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. . Cartas geológicas E14A28 y E14A29 escala 1:50000 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

13.- EDAFOLOGÍA



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA UNIDAD DE SUELO PRIMARIO</p> <ul style="list-style-type: none"> Andosol Cambisol Feozem Fluvisol Litosol Luvisol Vertisol
---	--	--	---

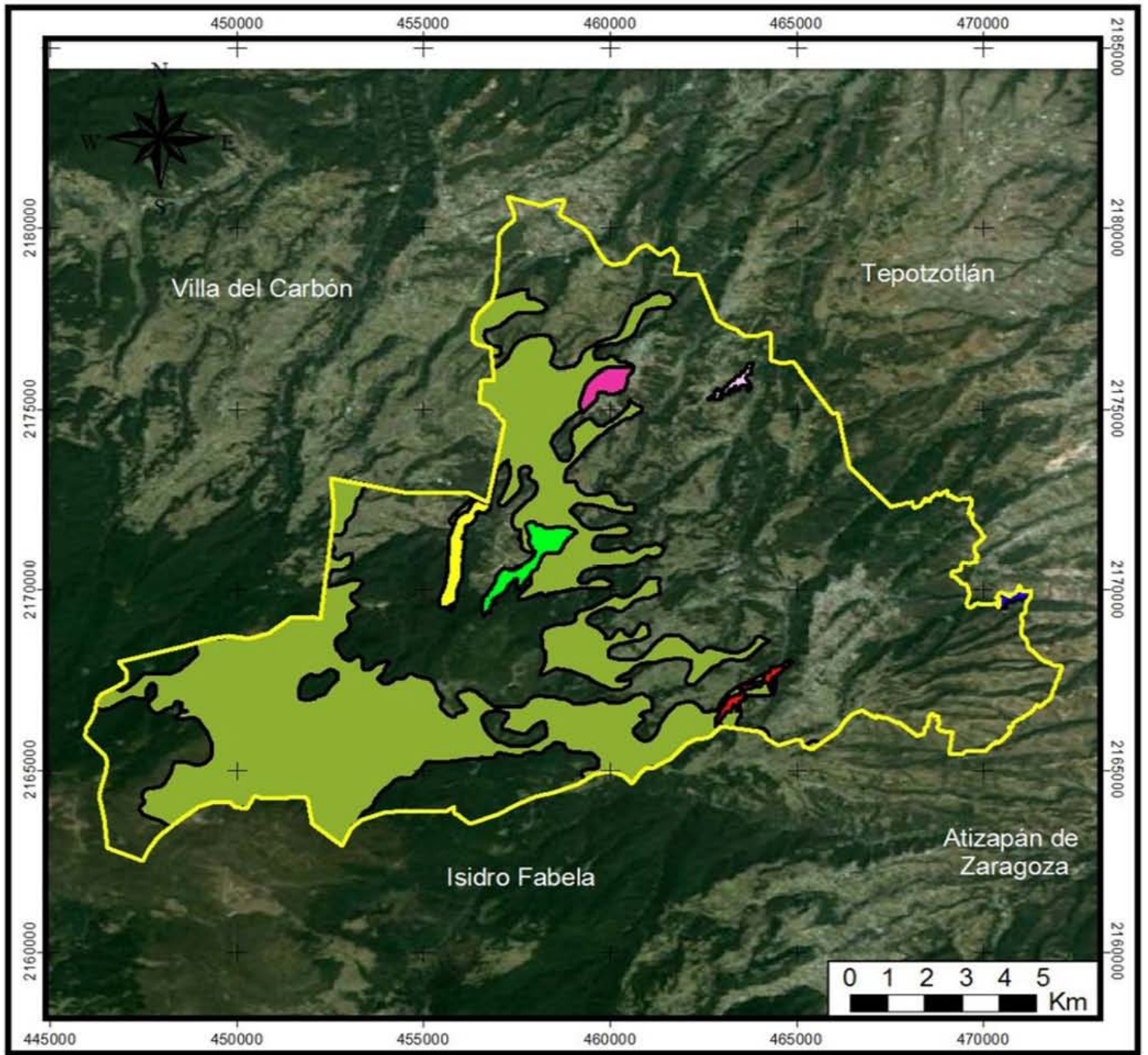
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Cartas edafológicas E14A28 y E14A29 escala 1:50000 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>LÍMITES</p> <p>— Municipal</p>
		<p>USO DE SUELO Y VEGETACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Bosque de encino-pino Bosque de pino-encino Bosque de encino Bosque de pino Bosque de oyamel Zona urbana Pastizal inducido

Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014), CONABIO (2015), Ramírez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lázaro (2010), García (2010), González (2004).
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.

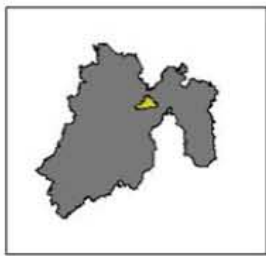
15.- ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES



Situación Relativa Nacional



Situación Relativa Regional



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

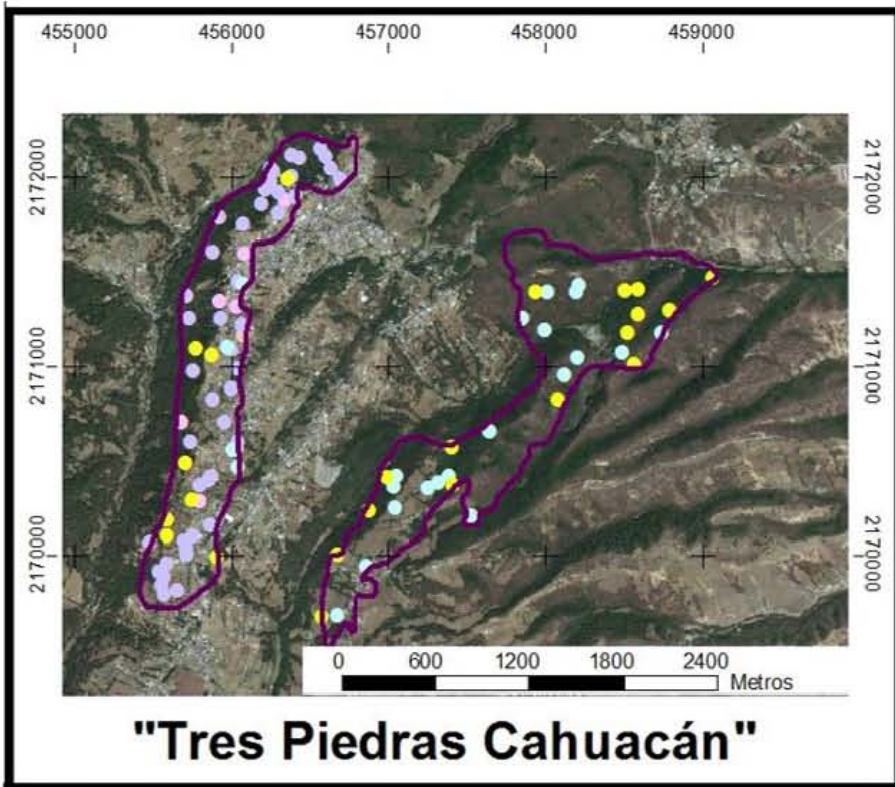
- "El mirador" Ejido San Francisco Magú
- Presa de Guadalupe
- Santa María Magdalena Cahuacán
- "Tres piedras Cahuacán"
- Límites de la cabecera municipal
- Bosque del paraíso
- Otros espacios del municipio

LÍMITES

- Municipal



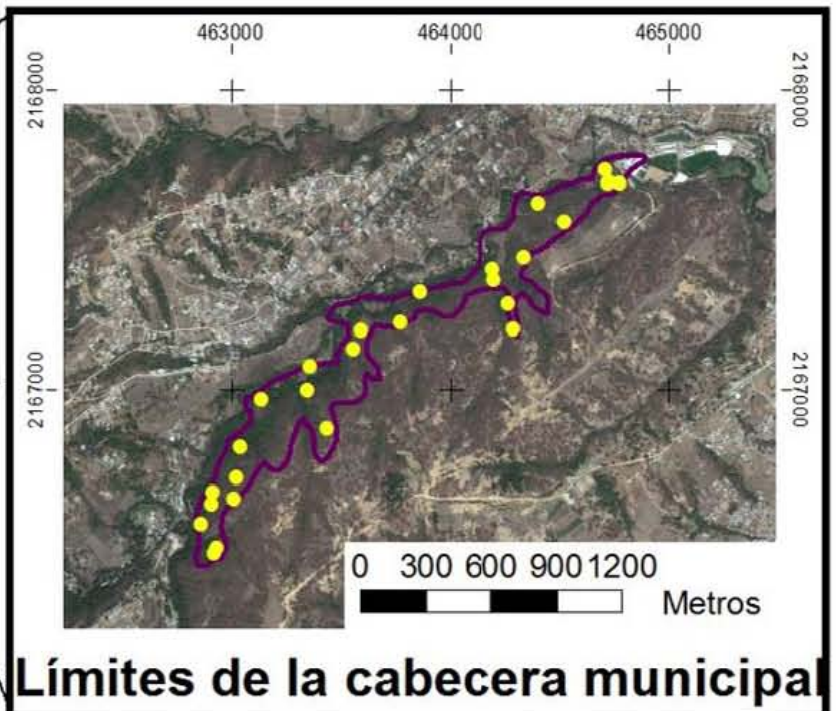
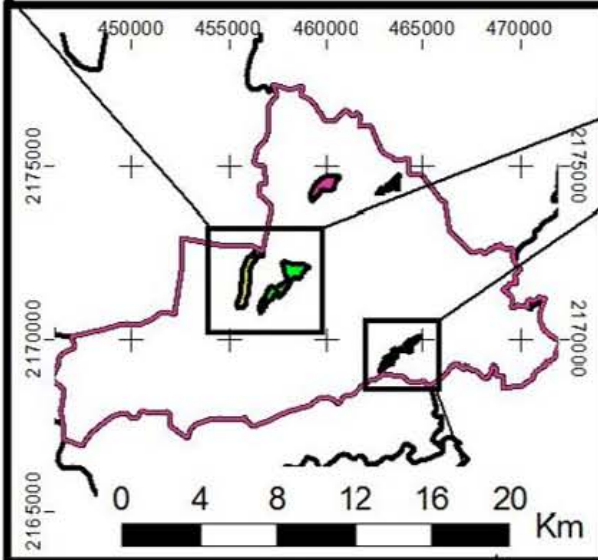
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth.
 CONABIO (2015), Ramirez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lazaro (2010), García (2010),
 Gonzalez (2004).
 Proyección Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84, Huso 14, Banda Q, Zona N
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2015



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Organismo

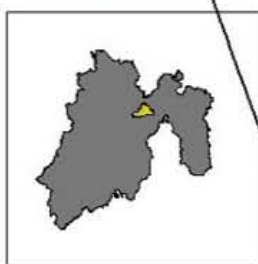
- Plantae
- Reptilia
- Amphibia
- Aves
- Mammalia



Situación Relativa Nacional

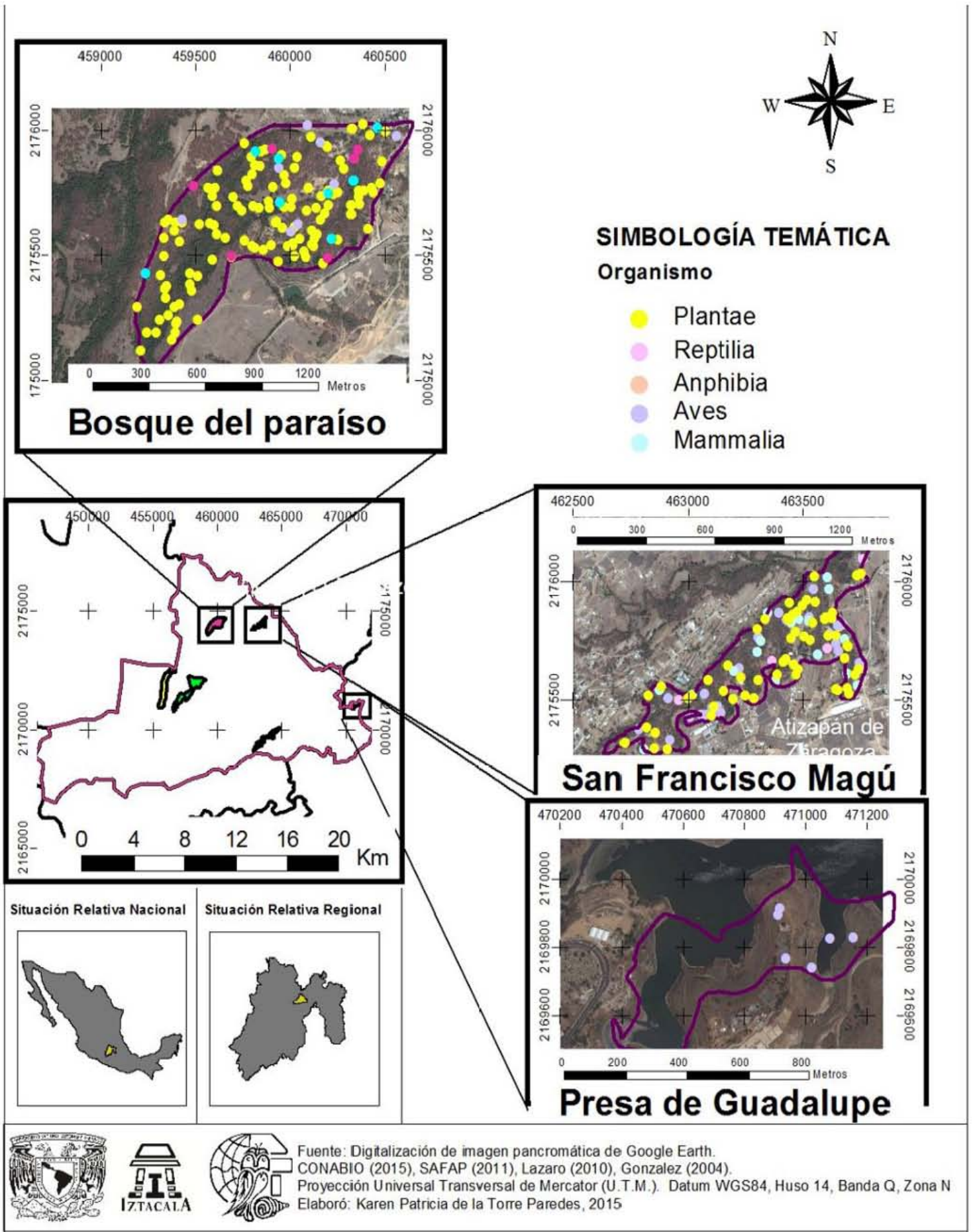


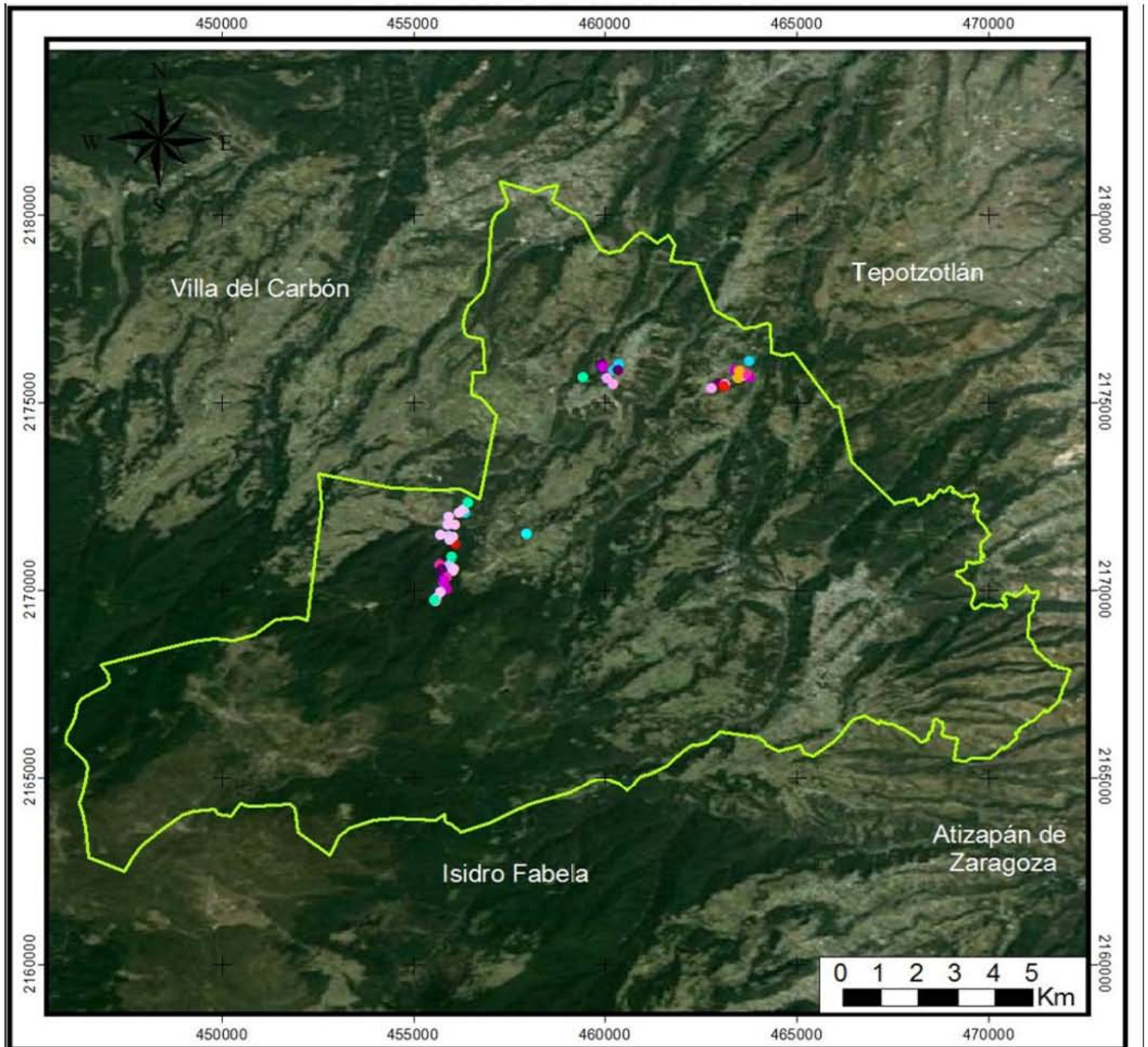
Situación Relativa Regional



Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth.
 CONABIO (2015), Ramirez (2013), Toledo (2013), Garcia (2010).
 Proyección Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84, Huso 14, Banda Q, Zona N
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2015

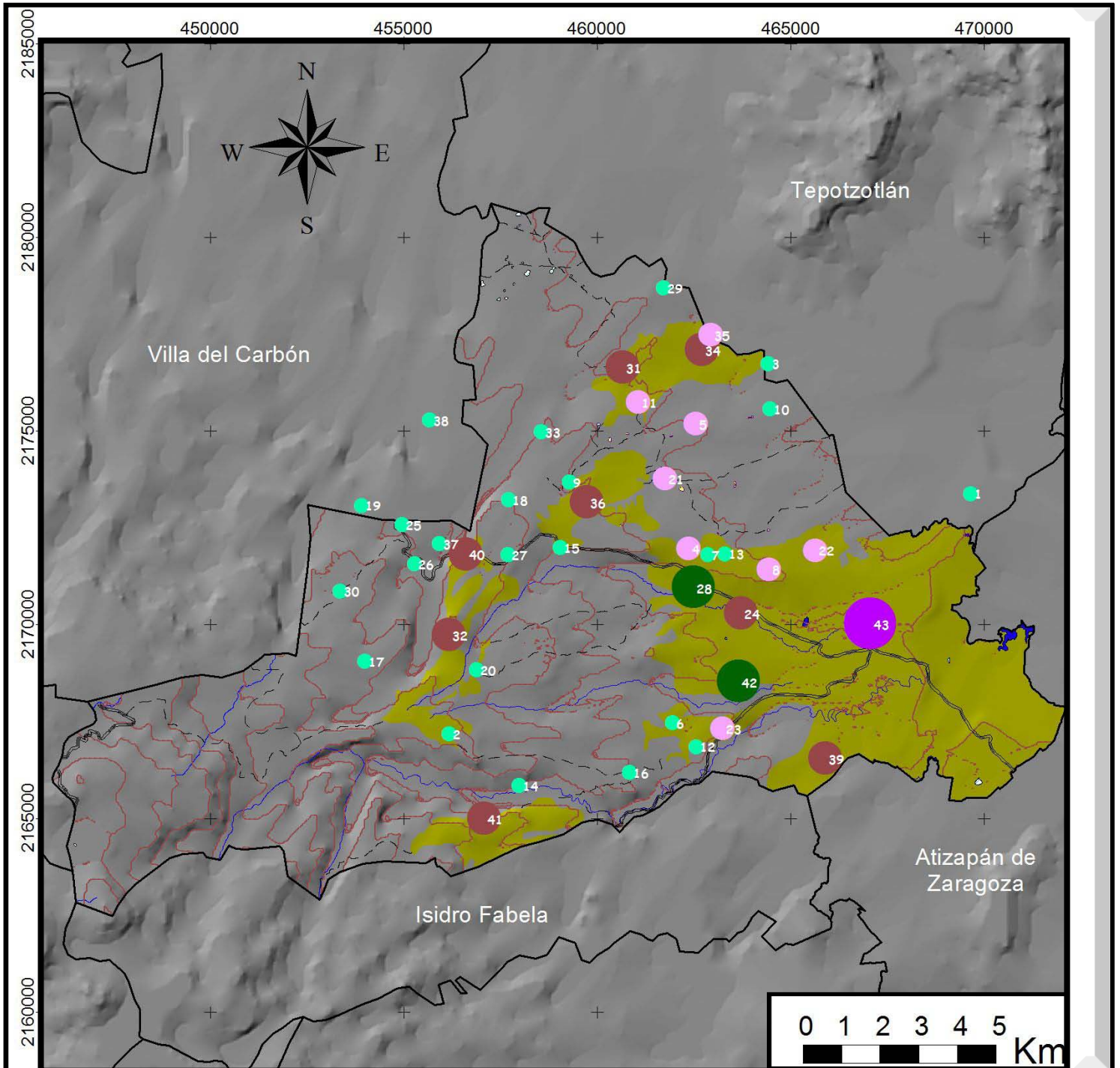
17.- RIQUEZA DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA 2 - 2





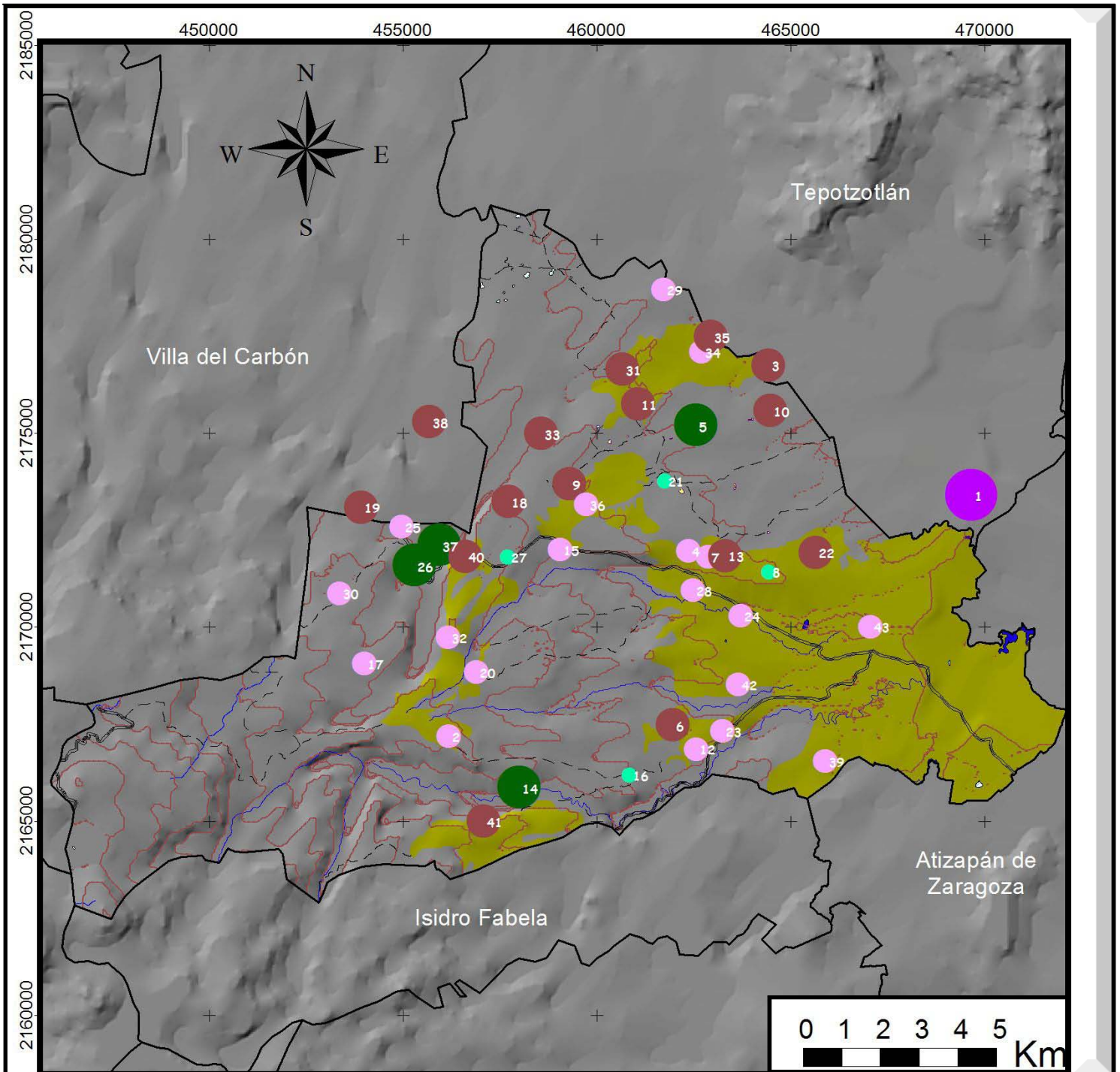
<p>Situación Relativa Nacional</p>	<p>Situación Relativa Regional</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p>	
		<p>NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Amenazada ● Endémica ● Endémica (A) ● Endémica (No) ● Endémica (P) ● Endémica (Pr) ● No endémica (A) ● No endémica (Pr) 	<p>CITES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apéndice II <p>UICN</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NT ● VU <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> — Municipal
<p>Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth. CONABIO (2015), Ramirez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lazaro (2010), García (2010), Gonzalez (2004). NOM-059-SEMARNAT-2010 Lista Roja de la UICN, Apéndices de CITES Proyección Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84, Huso 14, Banda Q, Zona N Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2015</p>			

19.- TAMAÑO POBLACIONAL



SITUACIÓN RELATIVA		NÚMERO DE HABITANTES	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		
NACIONAL	ESTATAL		1	2	3
		● 8 - 945	1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú
		● 946 - 2557	2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio
		● 2558 - 5795	3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Durazos
		● 5796 - 13021	4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú
		● 13022 - 281799	5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José
			6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio
			7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos
			8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas
			9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila
			10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena
			11 El Esclavo	26 Miranda	Cahuacán
			12 El Tanque	27 Paredeño	41 Transfiguración
			13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	42 Veintidós de Febrero
			14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo	43 Villa Nicolás Romero
			15 La Concepción	30 Puenteillas Cahuacán	

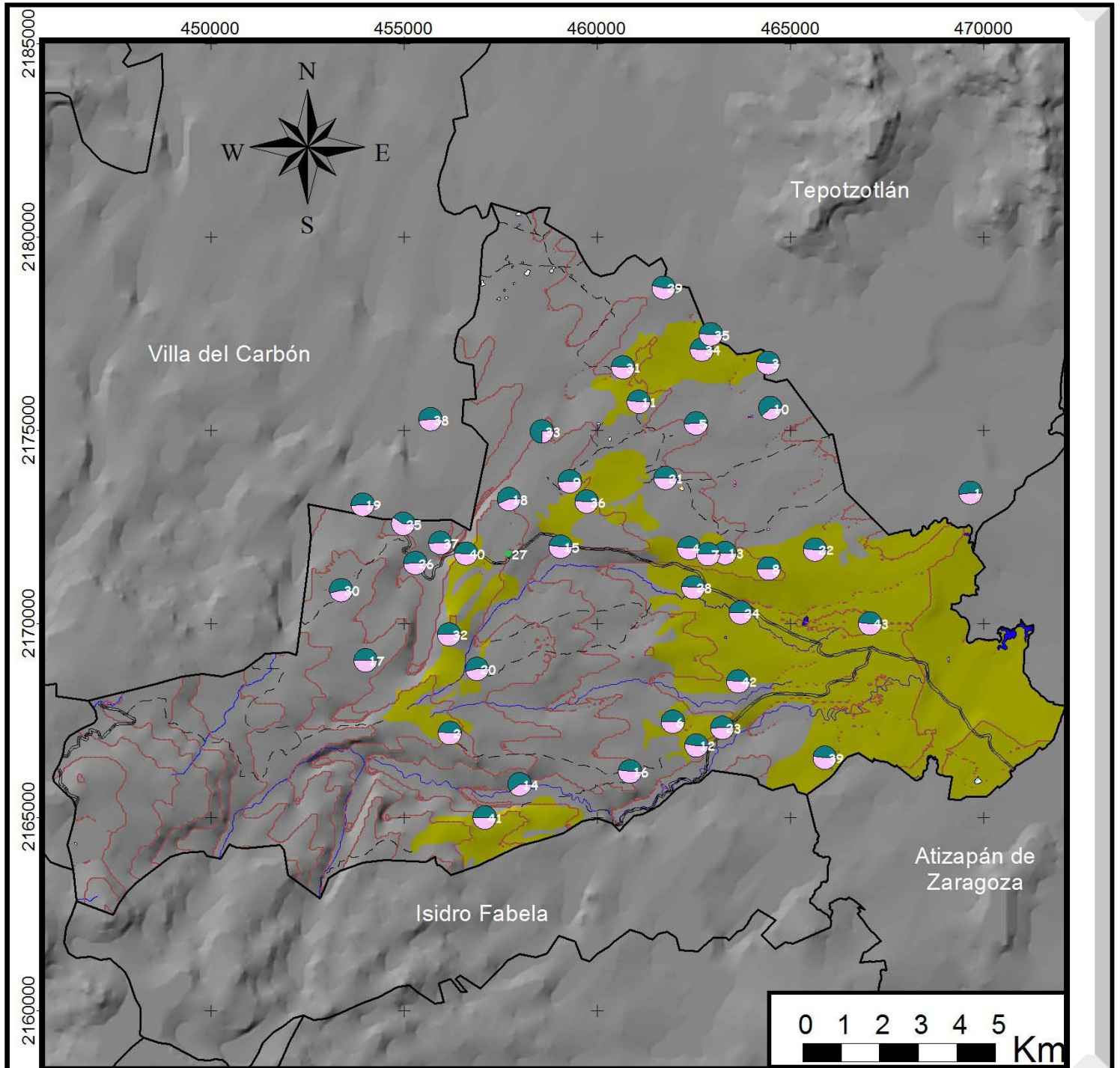
Fuente: Digitalización de imagen panorámica de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.



SITUACIÓN RELATIVA		CRECIMIENTO POBLACIONAL (%)	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA			
NACIONAL	ESTATAL		URBANIZACIÓN	RASGOS HIDROGRÁFICOS	RELIEVE	
		<ul style="list-style-type: none"> ● -13.333 - -5.761 ● -5.762 - 5.764 ● 5.765 - 12.108 ● 12.109 - 22.933 ● 22.934 - 37.561 	<ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Ampliación el Rosario 2 Barrio de Guadalupe 3 Barrio de la Luz 4 Caja de Agua 5 Colonia el Mirador 6 Colonia Llano Grande 7 Colonia los Tubos 8 Colonia Morelos 9 Colonia San Miguel 10 Ejido Magú 11 El Esclavo 12 El Tanque 13 Joya del Tejocote 14 La Cantera 15 La Concepción 16 La Estancia 17 Las Espinas 18 Las Milpitas 19 Localidades de dos viviendas 20 Loma de Chapultepec 21 Loma de Guadalupe 22 Loma de San José 23 Loma del Río 24 Loma Larga 25 Los Pilares 26 Miranda 27 Paredeño 28 Progreso Industrial 29 Pueblo Nuevo 30 Puentecillas Cahuacán 31 Puerto Magú 32 Quinto Barrio 33 Ranchería los Durazos 34 San Francisco Magú 35 San José 36 San José el Vidrio 37 San José los Barbechos 38 San Juan de las Tablas 39 San Miguel Hila 40 Santa María Magdalena Cahuacán 41 Transfiguración 42 Veintidós de Febrero 43 Villa Nicolás Romero

Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014

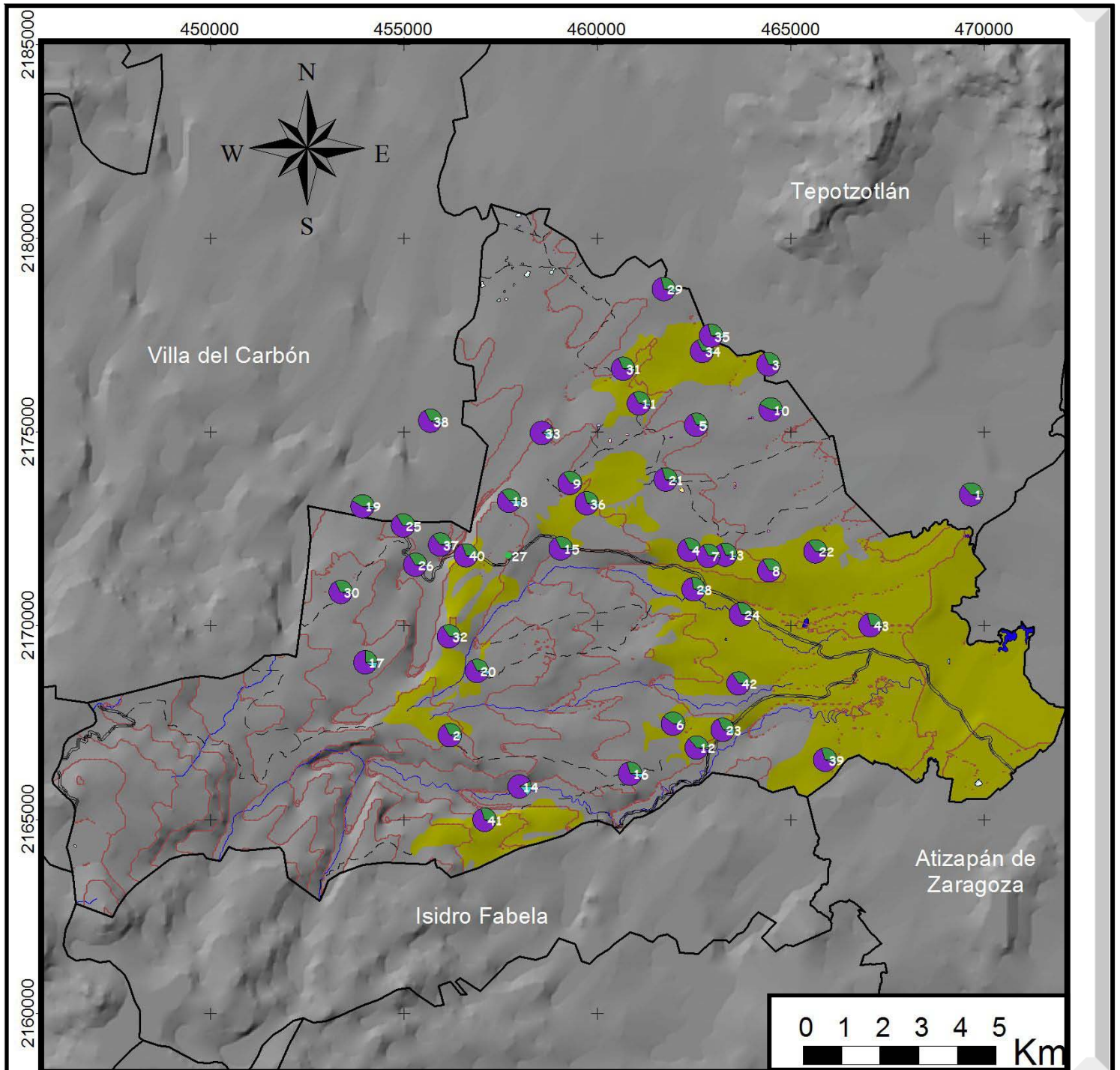
21.- ESTRUCTURA POBLACIONAL (GÉNERO)



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>		<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>		<p>GENERO</p> Hombres Mujeres			<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <table border="0"> <tr> <td>1 Ampliación el Rosario</td> <td>16 La Estancia</td> <td>31 Puerto Magú</td> </tr> <tr> <td>2 Barrio de Guadalupe</td> <td>17 Las Espinas</td> <td>32 Quinto Barrio</td> </tr> <tr> <td>3 Barrio de la Luz</td> <td>18 Las Milpitas</td> <td>33 Ranchería los Durazos</td> </tr> <tr> <td>4 Caja de Agua</td> <td>19 Localidades de dos viviendas</td> <td>34 San Francisco Magú</td> </tr> <tr> <td>5 Colonia el Mirador</td> <td>20 Loma de Chapultepec</td> <td>35 San José</td> </tr> <tr> <td>6 Colonia Llano Grande</td> <td>21 Loma de Guadalupe</td> <td>36 San José el Vidrio</td> </tr> <tr> <td>7 Colonia los Tubos</td> <td>22 Loma de San José</td> <td>37 San José los Barbechos</td> </tr> <tr> <td>8 Colonia Morelos</td> <td>23 Loma del Río</td> <td>38 San Juan de las Tablas</td> </tr> <tr> <td>9 Colonia San Miguel</td> <td>24 Loma Larga</td> <td>39 San Miguel Hila</td> </tr> <tr> <td>10 Ejido Magú</td> <td>25 Los Pilares</td> <td>40 Santa María Magdalena Cahuacán</td> </tr> <tr> <td>11 El Esclavo</td> <td>26 Miranda</td> <td>41 Transfiguración</td> </tr> <tr> <td>12 El Tanque</td> <td>27 Paredaño</td> <td>42 Veintidós de Febrero</td> </tr> <tr> <td>13 Joya del Tejocote</td> <td>28 Progreso Industrial</td> <td>43 Villa Nicolás Romero</td> </tr> <tr> <td>14 La Cantera</td> <td>29 Pueblo Nuevo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15 La Concepción</td> <td>30 Puentecillas Cahuacán</td> <td></td> </tr> </table>			1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú	2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio	3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Durazos	4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú	5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José	6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio	7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos	8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas	9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila	10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán	11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración	12 El Tanque	27 Paredaño	42 Veintidós de Febrero	13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero	14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo		15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán	
1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú																																																				
2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio																																																				
3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Durazos																																																				
4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú																																																				
5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José																																																				
6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio																																																				
7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos																																																				
8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas																																																				
9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila																																																				
10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán																																																				
11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración																																																				
12 El Tanque	27 Paredaño	42 Veintidós de Febrero																																																				
13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero																																																				
14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo																																																					
15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán																																																					
<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería 		<p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 																																																				
<p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal 		<p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) 																																																				

Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

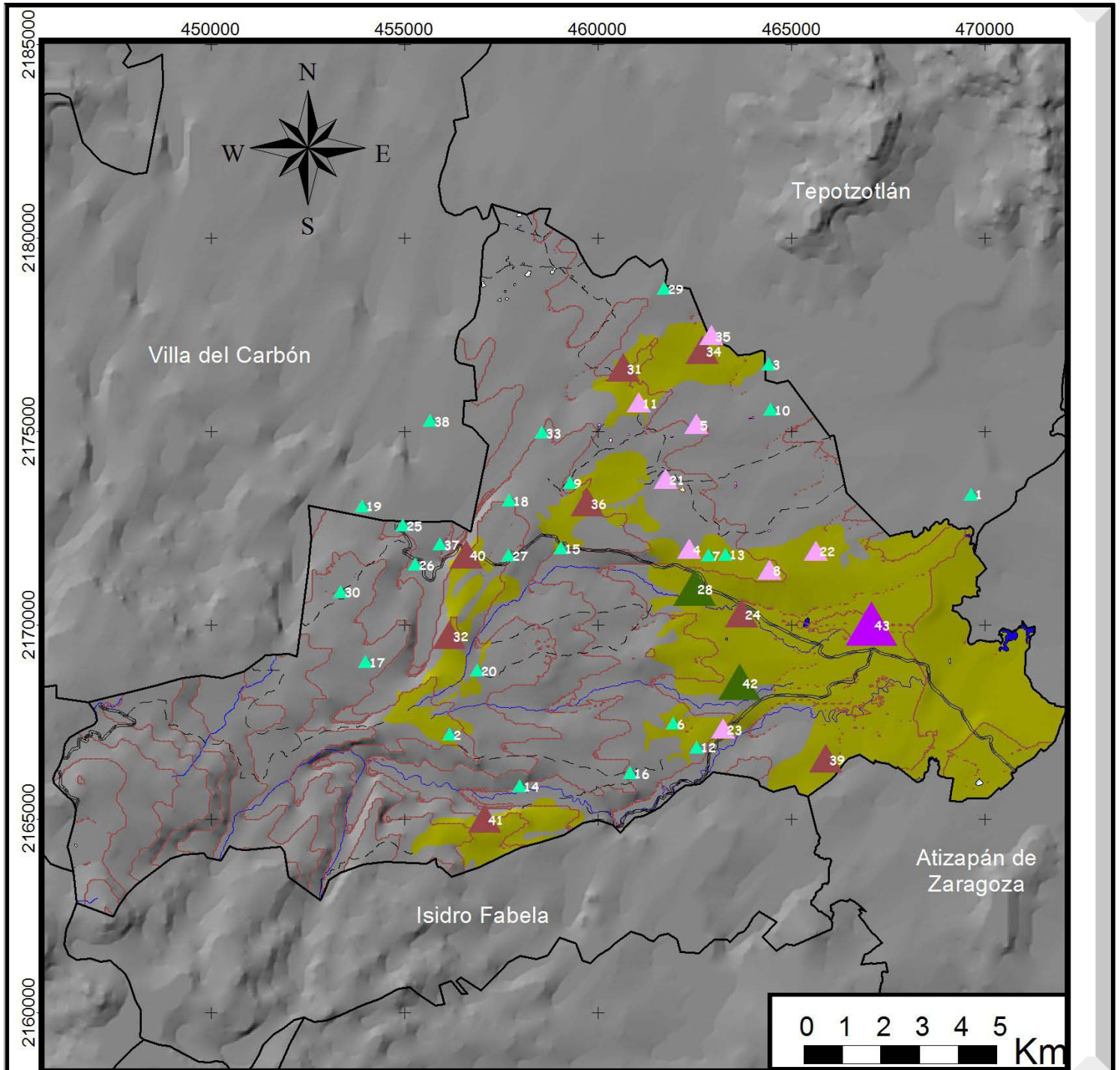
22.- ESTRUCTURA POBLACIONAL (GRUPOS DE EDAD)



SITUACIÓN RELATIVA		GRUPOS DE EDAD	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		
NACIONAL	ESTATAL		URBANIZACIÓN	RASGOS HIDROGRÁFICOS	RELIEVE
		<ul style="list-style-type: none"> 0 - 14 años 15 - 64 años 65 años y más 	<ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<ul style="list-style-type: none"> Límites Municipales Curvas de nivel (100 m)
			<ul style="list-style-type: none"> 1 Ampliación el Rosario 2 Barrio de Guadalupe 3 Barrio de la Luz 4 Caja de Agua 5 Colonia el Mirador 6 Colonia Llano Grande 7 Colonia los Tubos 8 Colonia Morelos 9 Colonia San Miguel 10 Ejido Magú 11 El Esclavo 12 El Tanque 13 Joya del Tejocote 14 La Cantera 15 La Concepción 16 La Estancia 17 Las Espinas 18 Las Milpitas 19 Localidades de dos viviendas 20 Loma de Chapultepec 21 Loma de Guadalupe 22 Loma de San José 23 Loma del Río 24 Loma Larga 25 Los Pilares 26 Miranda 27 Paredeño 28 Progreso Industrial 29 Pueblo Nuevo 30 Puentecillas Cahuacán 31 Puerto Magú 32 Quinto Barrio 33 Ranchería los Duraznos 34 San Francisco Magú 35 San José 36 San José el Vidrio 37 San José los Barbechos 38 San Juan de las Tablas 39 San Miguel Hila 40 Santa María Magdalena Cahuacán 41 Transfiguración 42 Veintidós de Febrero 43 Villa Nicolás Romero 		

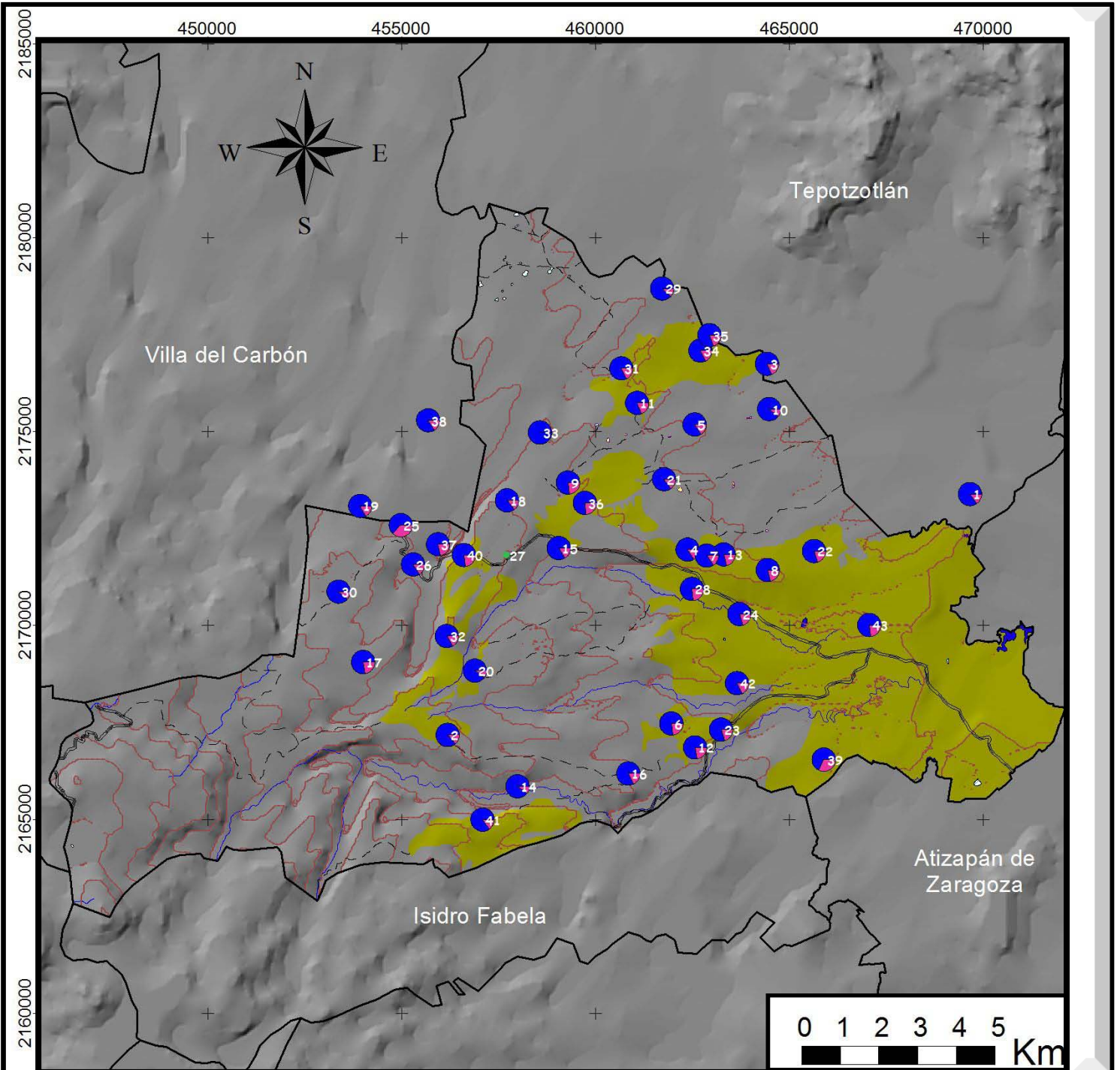
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

23.- NÚMERO DE HOGARES



SITUACIÓN RELATIVA		NÚMERO DE HOGARES	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA			
NACIONAL	ESTATAL		URBANIZACIÓN	RASGOS HIDROGRÁFICOS	RELIEVE	
		<ul style="list-style-type: none"> ▲ 0 - 232 ▲ 233 - 596 ▲ 597 - 1333 ▲ 1334 - 3111 ▲ 3112 - 70126 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Ampliación el Rosario 2 Barrio de Guadalupe 3 Barrio de la Luz 4 Caja de Agua 5 Colonia el Mirador 6 Colonia Llano Grande 7 Colonia los Tubos 8 Colonia Morelos 9 Colonia San Miguel 10 Ejido Magú 11 El Esclavo 12 El Tanque 13 Joya del Tejocote 14 La Cantera 15 La Concepción 16 La Estancia 17 Las Espinas 18 Las Milpitas 19 Localidades de dos viviendas 20 Loma de Chapultepec 21 Loma de Guadalupe 22 Loma de San José 23 Loma del Río 24 Loma Larga 25 Los Pilares 26 Miranda 27 Paredeño 28 Progreso Industrial 29 Pueblo Nuevo 30 Puentecillas Cahuacán 31 Puerto Magú 32 Quinto Barrio 33 Ranchería los Duraznos 34 San Francisco Magú 35 San José 36 San José el Vidrio 37 San José los Barbechos 38 San Juan de las Tablas 39 San Miguel Hila 40 Santa María Magdalena Cahuacán 41 Transfiguración 42 Veintidós de Febrero 43 Villa Nicolás Romero 	<ul style="list-style-type: none"> Area urbana Carreteras asfaltadas Terracería 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m)
<ul style="list-style-type: none"> Municipal 						

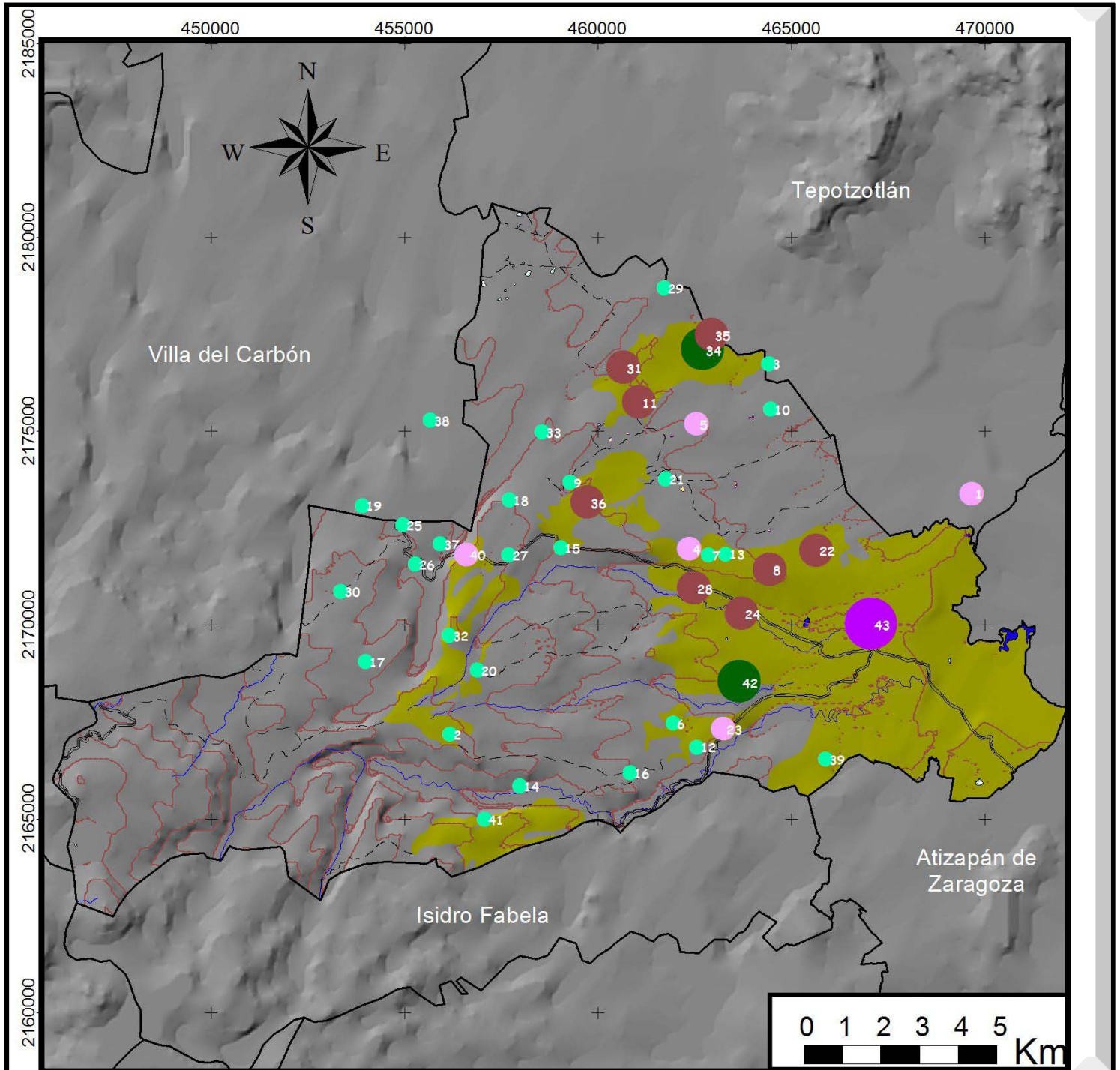
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>		<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>		<p>JEFATURA EN HOGARES</p> <ul style="list-style-type: none"> Hombres Mujeres 		<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <table border="0"> <tr> <td>1 Ampliación el Rosario</td> <td>16 La Estancia</td> <td>31 Puerto Magú</td> </tr> <tr> <td>2 Barrio de Guadalupe</td> <td>17 Las Espinas</td> <td>32 Quinto Barrio</td> </tr> <tr> <td>3 Barrio de la Luz</td> <td>18 Las Milpitas</td> <td>33 Ranchería los Duraznos</td> </tr> <tr> <td>4 Caja de Agua</td> <td>19 Localidades de dos viviendas</td> <td>34 San Francisco Magú</td> </tr> <tr> <td>5 Colonia el Mirador</td> <td>20 Loma de Chapultepec</td> <td>35 San José</td> </tr> <tr> <td>6 Colonia Llano Grande</td> <td>21 Loma de Guadalupe</td> <td>36 San José el Vidrio</td> </tr> <tr> <td>7 Colonia los Tubos</td> <td>22 Loma de San José</td> <td>37 San José los Barbechos</td> </tr> <tr> <td>8 Colonia Morelos</td> <td>23 Loma del Río</td> <td>38 San Juan de las Tablas</td> </tr> <tr> <td>9 Colonia San Miguel</td> <td>24 Loma Larga</td> <td>39 San Miguel Hila</td> </tr> <tr> <td>10 Ejido Magú</td> <td>25 Los Pilares</td> <td>40 Santa María Magdalena Cahuacán</td> </tr> <tr> <td>11 El Esclavo</td> <td>26 Miranda</td> <td>41 Transfiguración</td> </tr> <tr> <td>12 El Tanque</td> <td>27 Paredeño</td> <td>42 Veintidós de Febrero</td> </tr> <tr> <td>13 Joya del Tejocote</td> <td>28 Progreso Industrial</td> <td>43 Villa Nicolás Romero</td> </tr> <tr> <td>14 La Cantera</td> <td>29 Pueblo Nuevo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15 La Concepción</td> <td>30 Puentecillas Cahuacán</td> <td></td> </tr> </table>						1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú	2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio	3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Duraznos	4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú	5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José	6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio	7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos	8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas	9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila	10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán	11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración	12 El Tanque	27 Paredeño	42 Veintidós de Febrero	13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero	14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo		15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán	
1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú																																																						
2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio																																																						
3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Duraznos																																																						
4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú																																																						
5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José																																																						
6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio																																																						
7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos																																																						
8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas																																																						
9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila																																																						
10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán																																																						
11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración																																																						
12 El Tanque	27 Paredeño	42 Veintidós de Febrero																																																						
13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero																																																						
14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo																																																							
15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán																																																							
<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería 		<p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 		<p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) 		<p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal 																																																		

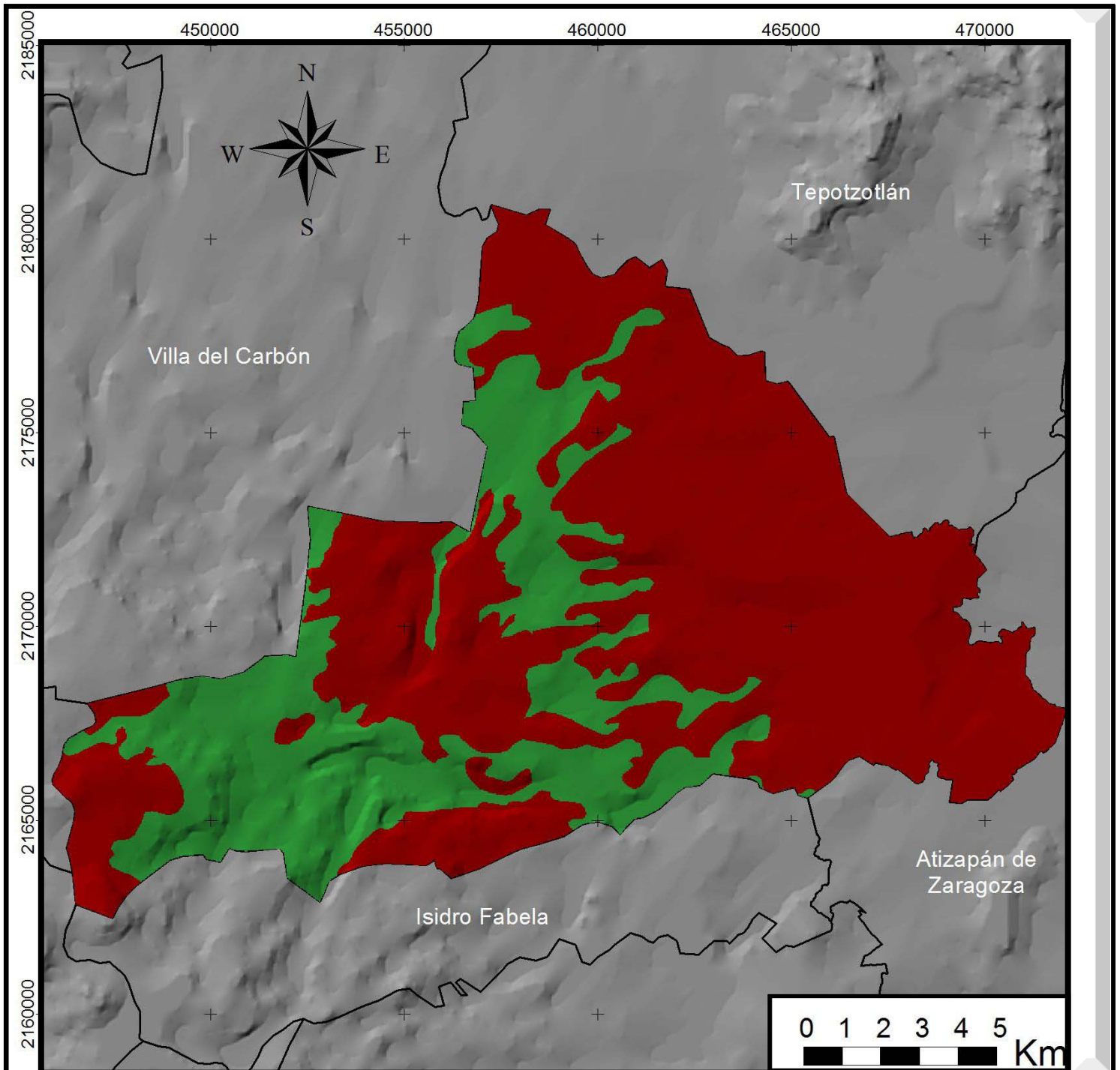
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

25.- POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA



SITUACIÓN RELATIVA		POBLACIÓN DE HABLA INDÍGENA	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		
NACIONAL	ESTATAL		1	16	31
		● 0 - 19	1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú
		● 20 - 51	2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio
		● 52 - 100	3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Duraznos
		● 101 - 412	4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú
		● 413 - 5105	5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José
			6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio
			7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos
			8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas
			9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila
			10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán
			11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración
			12 El Tanque	27 Paredeño	42 Veintidós de Febrero
			13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero
			14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo	
			15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán	

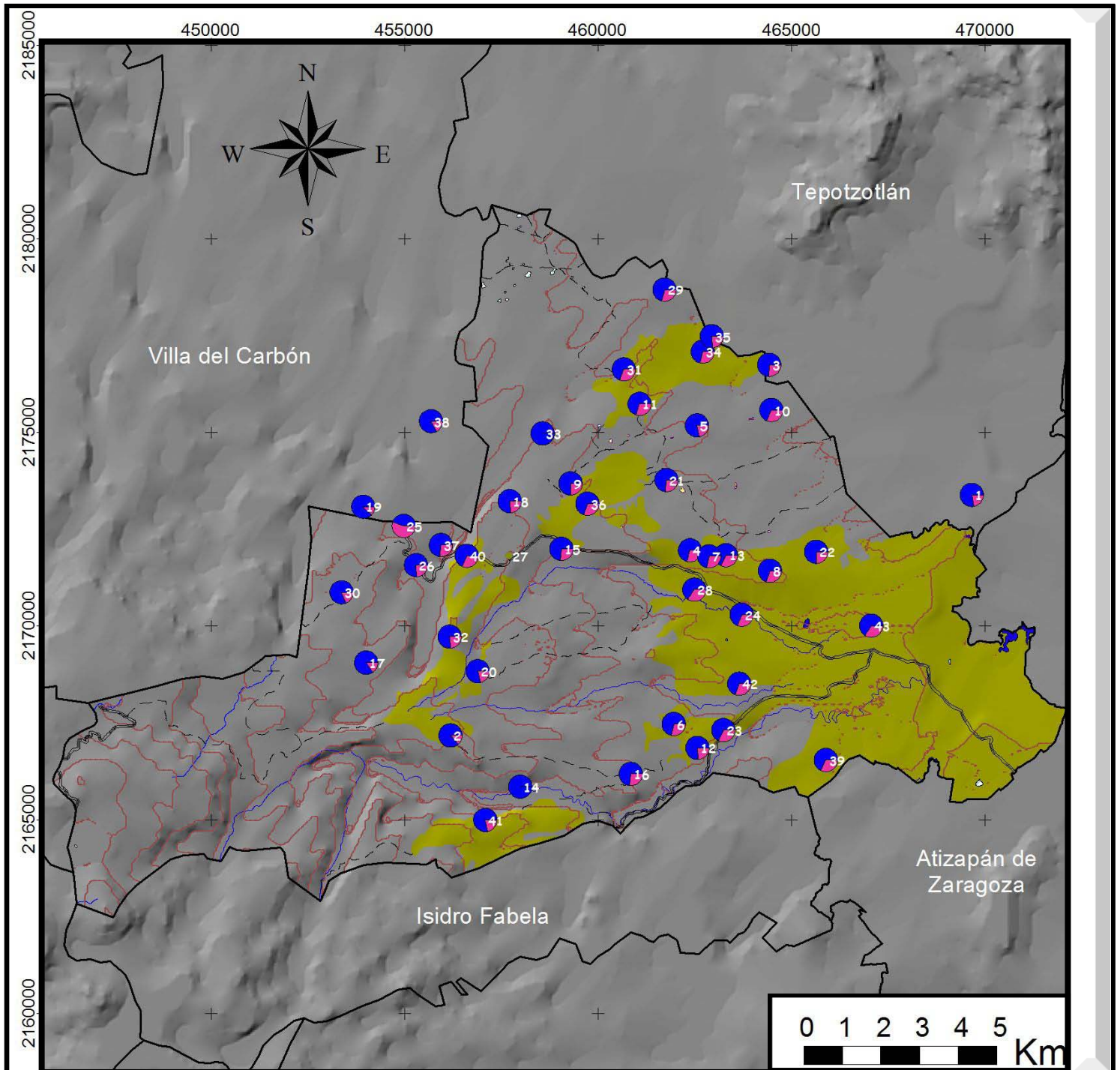
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes, 2014.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>LÍMITES</p> <p>— Municipal</p>
		<p>ÍNDICE DE ANTROPIZACIÓN</p> <p>■ Cobertura antrópica</p> <p>■ Cobertura natural</p>

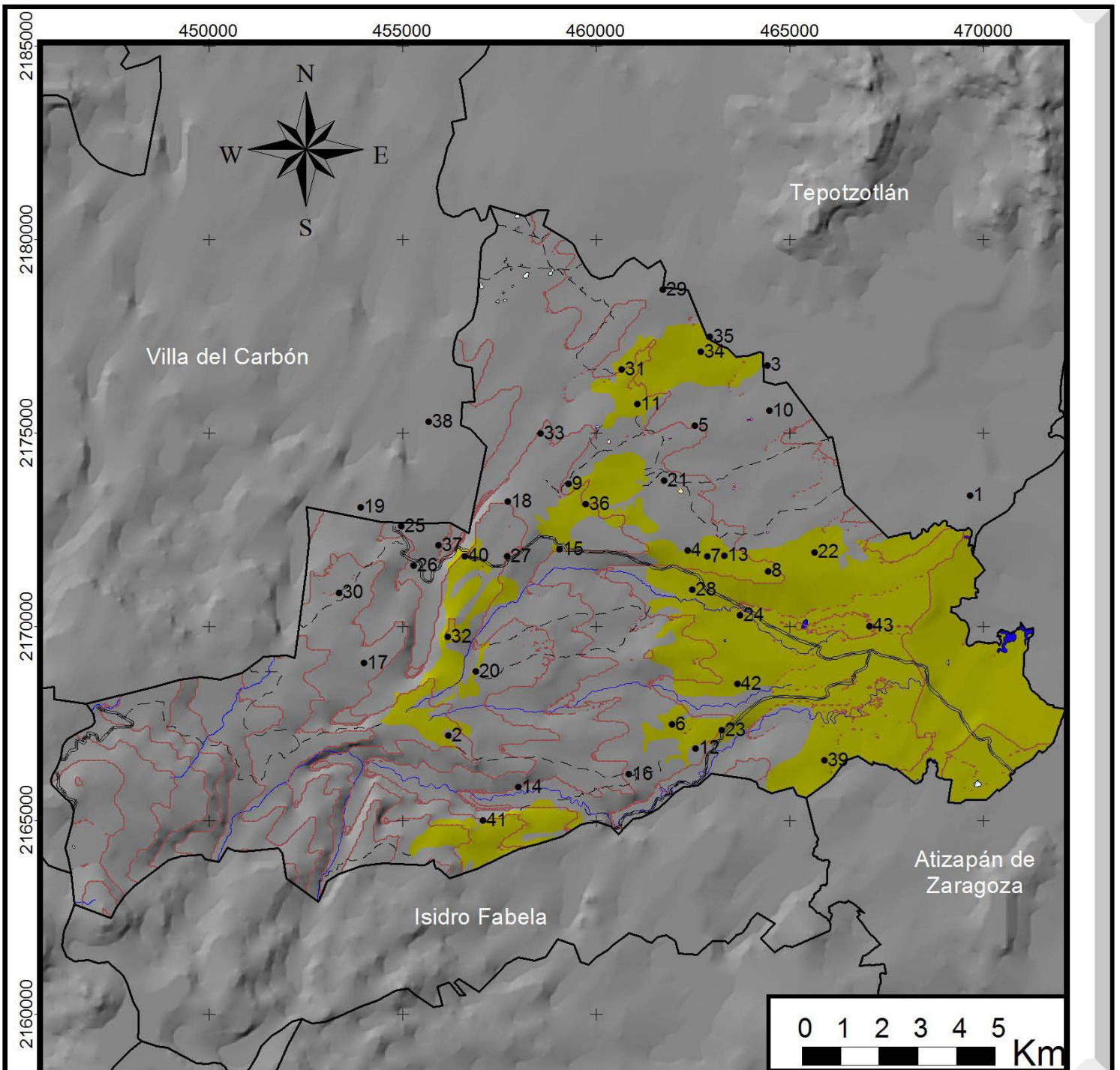
Fuente: Datos vectoriales de INEGI, uso de suelo y vegetación, Serie II escala 1:250000, 2011.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.

27.- POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA



SITUACIÓN RELATIVA		POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		
NACIONAL	ESTATAL		1	16	31
			Ampliación el Rosario	La Estancia	Puerto Magú
			Barrio de Guadalupe	Las Espinas	Quinto Barrio
			Barrio de la Luz	Las Milpitas	33 Ranchería los Duraznos
			Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú
			5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José
			6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio
			7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos
			8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas
			9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila
			10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán
			11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración
			12 El Tanque	27 Paredeño	42 Veintidós de Febrero
			13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero
			14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo	
			15 La Concepción	30 Puenteclillas Cahuacán	

Fuente: Digitalización de imagen panorámica de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

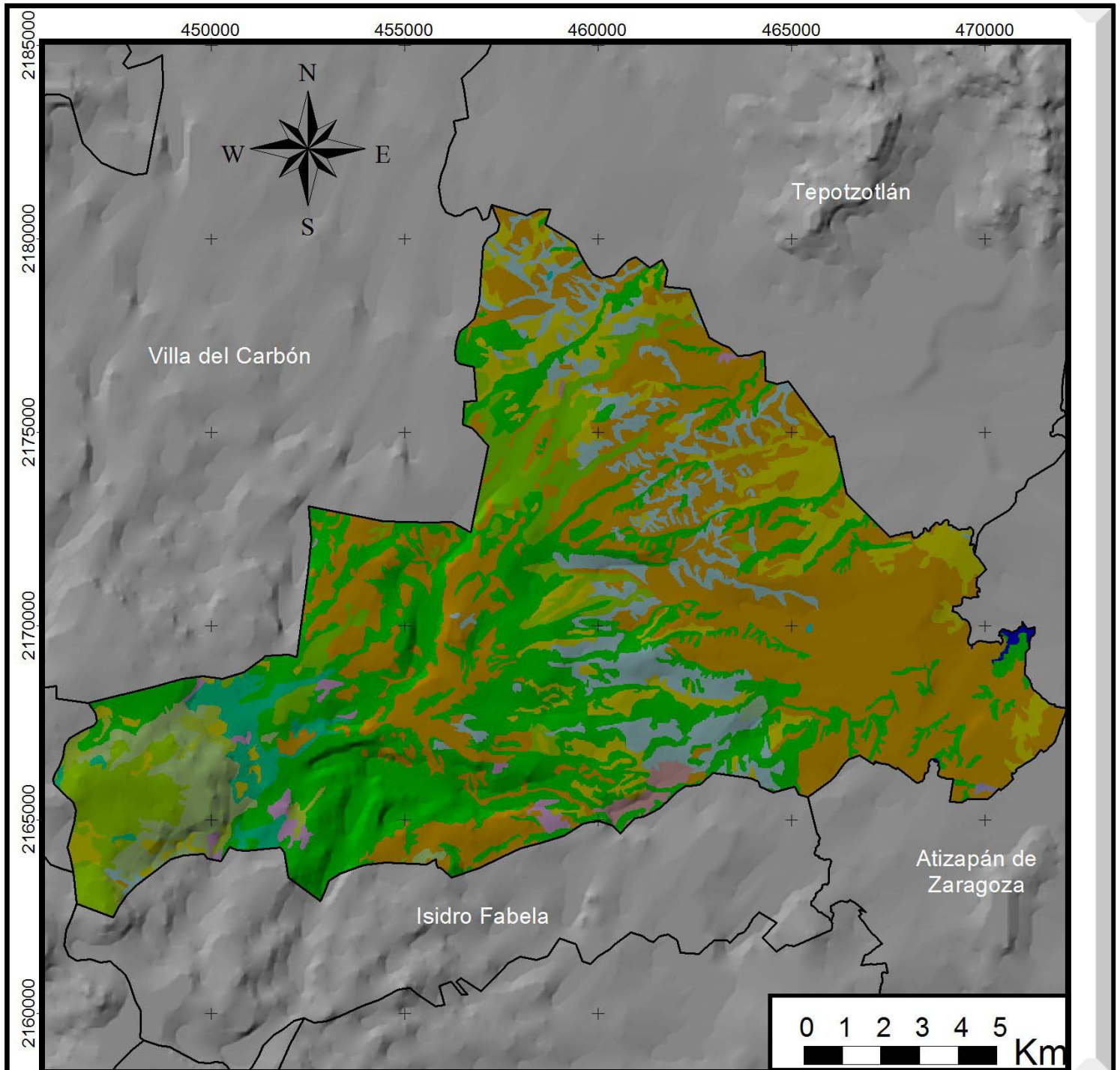


<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>		<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	
<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería 		<p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	
<p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal 		<p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) 	

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA		
1 Ampliación el Rosario	16 La Estancia	31 Puerto Magú
2 Barrio de Guadalupe	17 Las Espinas	32 Quinto Barrio
3 Barrio de la Luz	18 Las Milpitas	33 Ranchería los Duraznos
4 Caja de Agua	19 Localidades de dos viviendas	34 San Francisco Magú
5 Colonia el Mirador	20 Loma de Chapultepec	35 San José
6 Colonia Llano Grande	21 Loma de Guadalupe	36 San José el Vidrio
7 Colonia los Tubos	22 Loma de San José	37 San José los Barbechos
8 Colonia Morelos	23 Loma del Río	38 San Juan de las Tablas
9 Colonia San Miguel	24 Loma Larga	39 San Miguel Hila
10 Ejido Magú	25 Los Pilares	40 Santa María Magdalena Cahuacán
11 El Esclavo	26 Miranda	41 Transfiguración
12 El Tanque	27 Paredeño	42 Veintidós de Febrero
13 Joya del Tejocote	28 Progreso Industrial	43 Villa Nicolás Romero
14 La Cantera	29 Pueblo Nuevo	
15 La Concepción	30 Puentecillas Cahuacán	

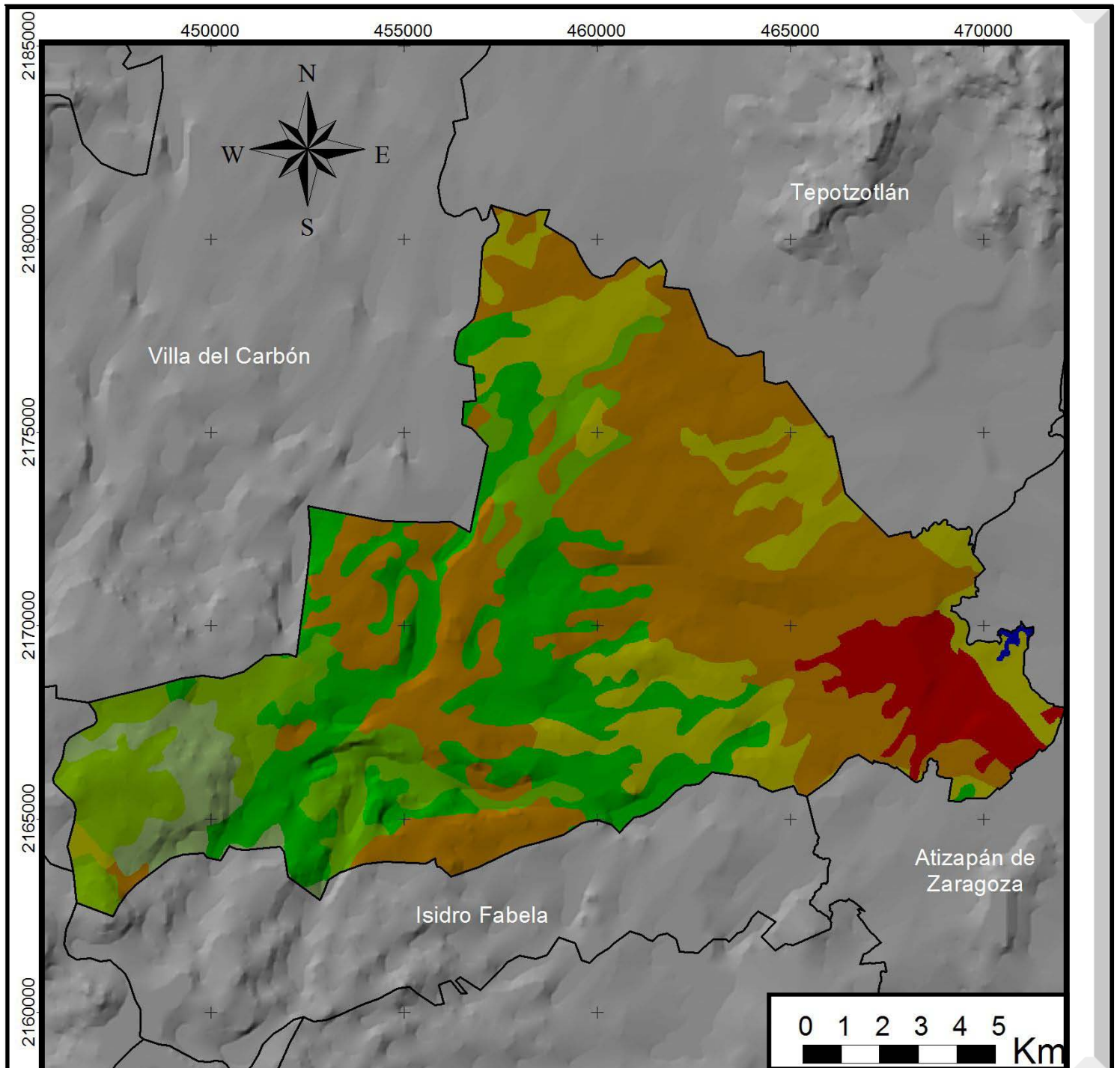
Fuente: Digitalización de imagen panorámica de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. Censo de población y vivienda 2010 de INEGI.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2014.

29.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN, 1970



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>LÍMITES</p>																	
		<p>— Municipal</p>	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="1036 1665 1133 1690">■ Bosque de encino-pino</td> <td data-bbox="1084 1665 1497 1690">■ Vegetación secundaria matorral inerme</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1696 1133 1722">■ Bosque de pino-encino</td> <td data-bbox="1084 1696 1497 1722">■ Vegetación secundaria matorral subinerme</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1728 1133 1753">■ Bosque de oyamel-pino</td> <td data-bbox="1084 1728 1497 1753">■ Bosque artificial latifoliadas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1759 1133 1785">■ Bosque de pino oyamel</td> <td data-bbox="1084 1759 1497 1785">■ Pastizal inducido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1791 1133 1816">■ Bosque de encino</td> <td data-bbox="1084 1791 1497 1816">■ Agricultura de temporal permanente anual</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1822 1133 1848">■ Bosque de pino</td> <td data-bbox="1084 1822 1497 1848">■ Erosión hídrica fuerte</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1854 1133 1879">■ Bosque de oyamel</td> <td data-bbox="1084 1854 1497 1879">■ Cuerpo de agua perenne</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1036 1885 1133 1911">■ Vegetación secundaria - chaparral</td> <td data-bbox="1084 1885 1497 1911">■ Cuerpo de agua intermitente</td> </tr> </table>	■ Bosque de encino-pino	■ Vegetación secundaria matorral inerme	■ Bosque de pino-encino	■ Vegetación secundaria matorral subinerme	■ Bosque de oyamel-pino	■ Bosque artificial latifoliadas	■ Bosque de pino oyamel	■ Pastizal inducido	■ Bosque de encino	■ Agricultura de temporal permanente anual	■ Bosque de pino	■ Erosión hídrica fuerte	■ Bosque de oyamel	■ Cuerpo de agua perenne	■ Vegetación secundaria - chaparral	■ Cuerpo de agua intermitente
■ Bosque de encino-pino	■ Vegetación secundaria matorral inerme																		
■ Bosque de pino-encino	■ Vegetación secundaria matorral subinerme																		
■ Bosque de oyamel-pino	■ Bosque artificial latifoliadas																		
■ Bosque de pino oyamel	■ Pastizal inducido																		
■ Bosque de encino	■ Agricultura de temporal permanente anual																		
■ Bosque de pino	■ Erosión hídrica fuerte																		
■ Bosque de oyamel	■ Cuerpo de agua perenne																		
■ Vegetación secundaria - chaparral	■ Cuerpo de agua intermitente																		

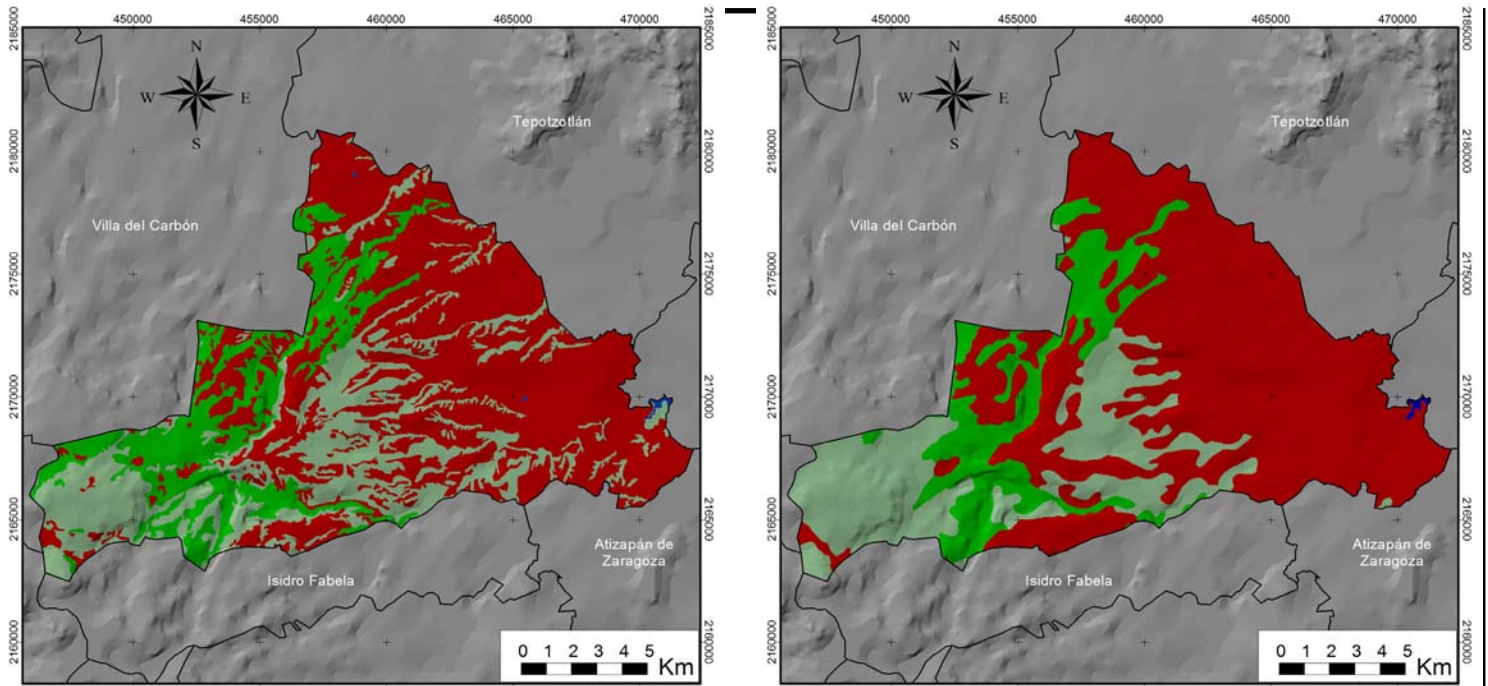
Fuente: Cartas de uso de suelo y vegetación E14a28 y E14a29 escala 1:50000 de INEGI. 1970.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>LÍMITES</p> <p>— Municipal</p>	
		<p>USO DE SUELO Y VEGETACIÓN</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> Bosque de encino-pino Bosque de pino-encino Bosque de encino Bosque de pino Bosque de oyamel 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque cultivado Pastizal inducido Agricultura de temporal Cuerpo de agua Zona urbana

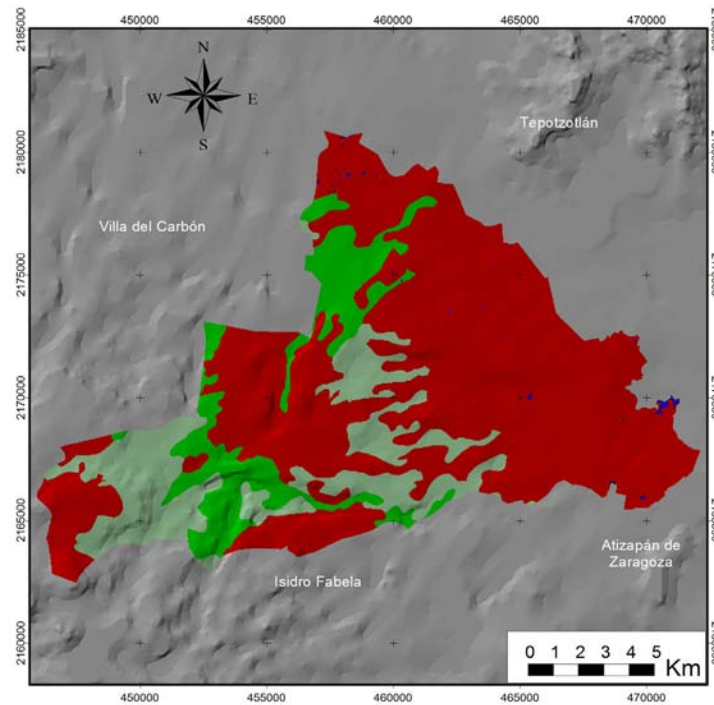
Fuente: Datos vectoriales de INEGI, serie II escala 1:250000, 2005.
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.

31.- CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN 41 AÑOS



1970

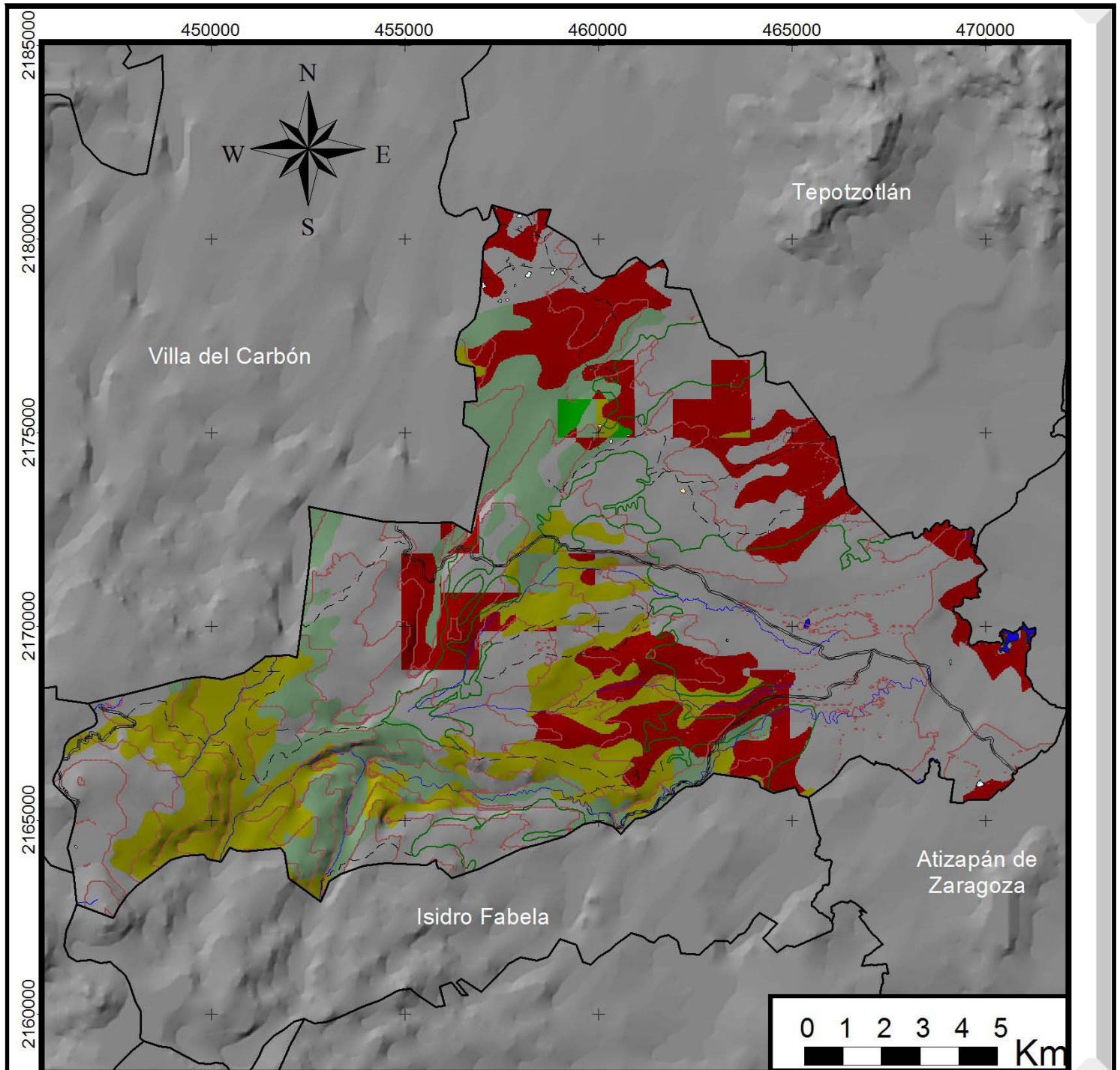
2005



2011

<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>LÍMITES</p> <p>— Municipal</p> <p>USO DE SUELO Y VEGETACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpos de agua Influencia antrópica directa Vegetación no densa Vegetación densa

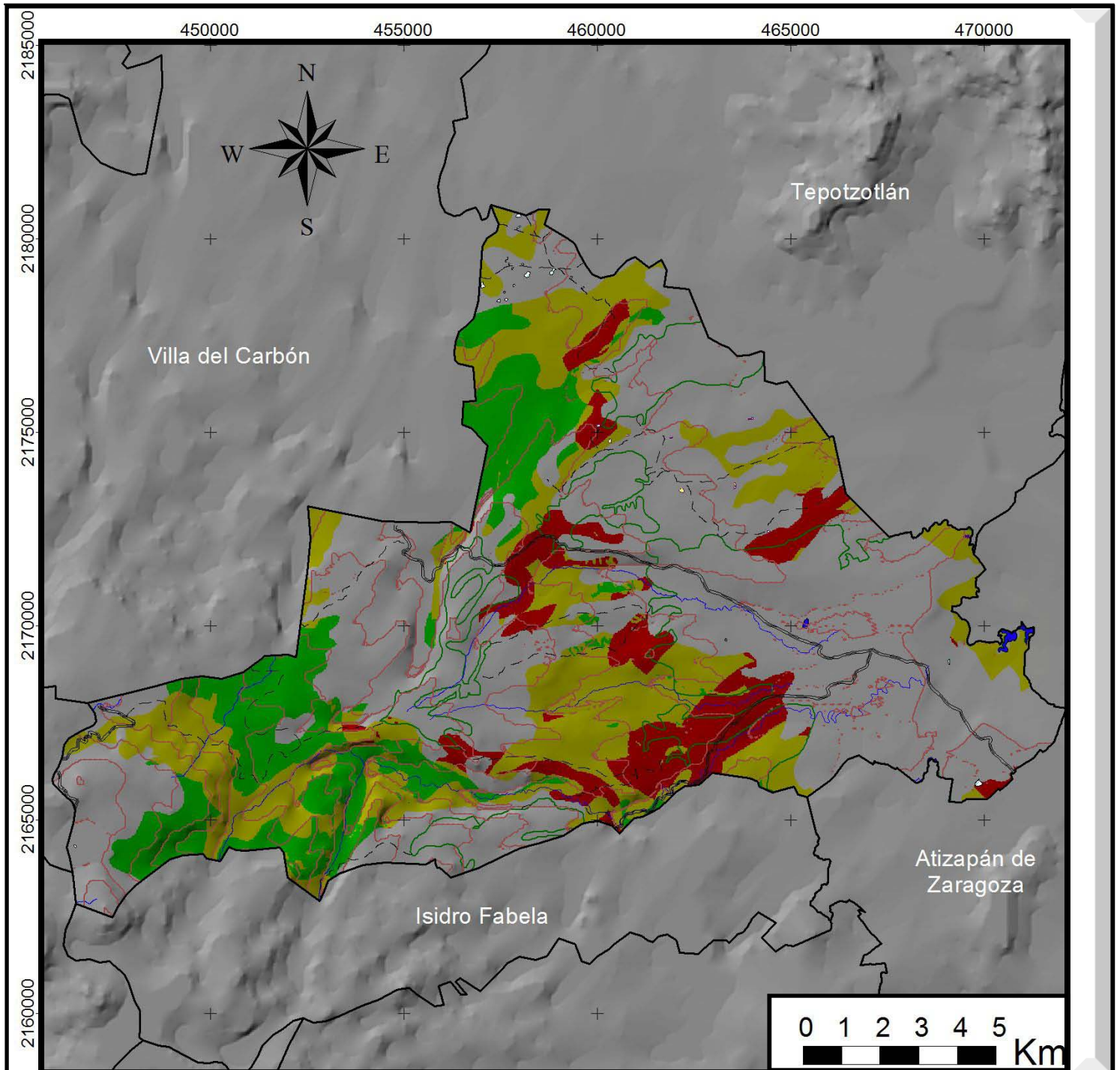
Fuente: Cartas de uso de suelo y vegetación E14a28 y E14a29 escala 1:50000 de INEGI. 1970. Datos vectoriales de INEGI, serie II escala 1:250000, 2011. Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N. Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>NIVEL DE CALIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Excluyente Calidad baja Calidad media Calidad alta Calidad muy altas

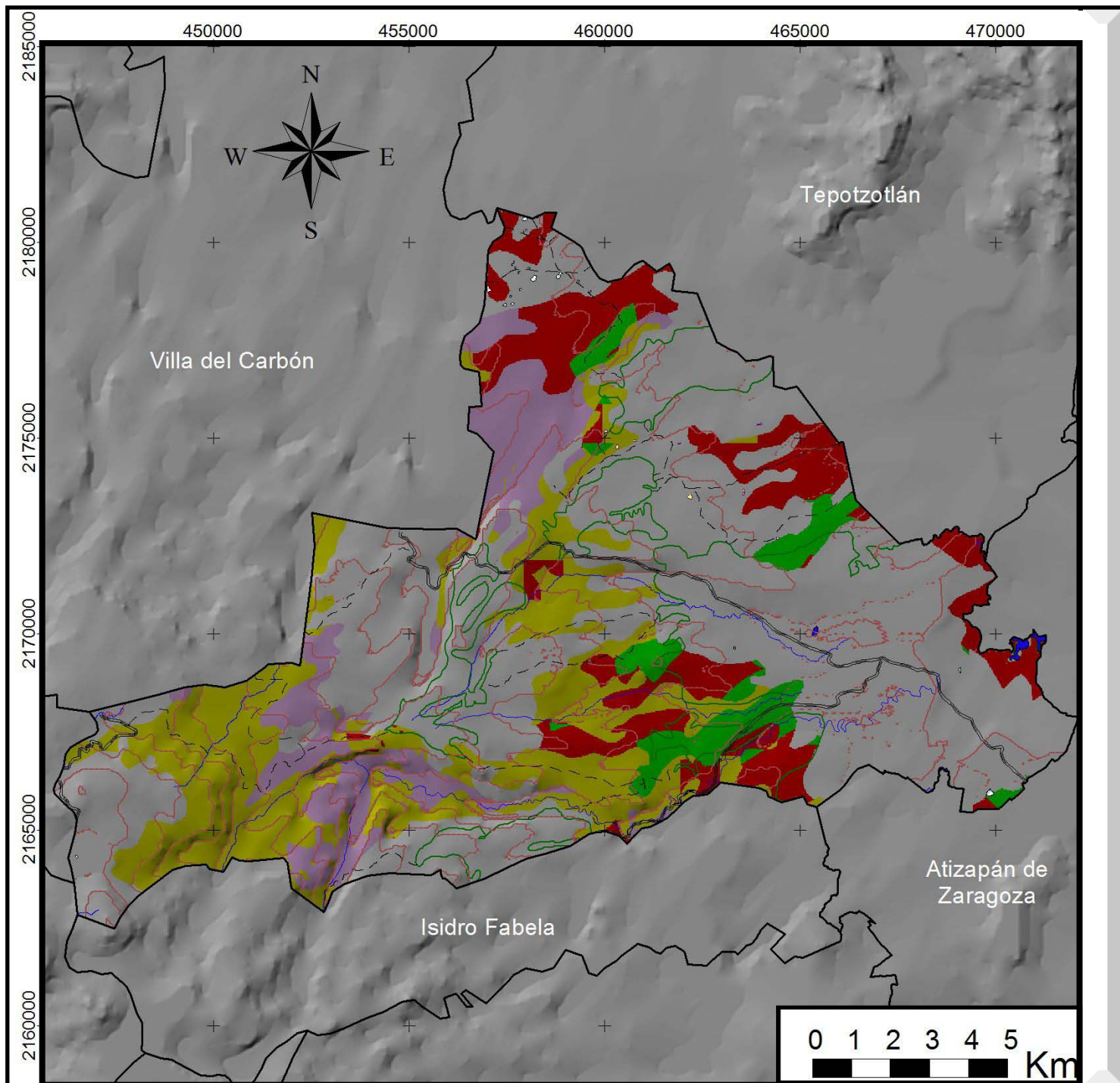
Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. CONABIO (2015), Ramírez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lázaro (2010), García (2010), González (2004).
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.

33.- FRAGILIDAD DE LA VEGETACIÓN



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>NIVEL DE FRAGILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Excluyente Fragilidad baja Fragilidad media Fragilidad alta

Fuente: Digitalización de imagen pancromática de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. CONABIO (2015), Ramírez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lázaro (2010), García (2010), González (2004).
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.



<p>SITUACIÓN RELATIVA NACIONAL</p>	<p>SITUACIÓN RELATIVA ESTATAL</p>	<p>URBANIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — Área urbana Carreteras asfaltadas Terracería <p>RELIEVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Curvas de nivel (100 m) <p>LÍMITES</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipal <p>RASGOS HIDROGRÁFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Hidrología superficial Cuerpo intermitente Cuerpo perenne 	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>USO SUGERIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> Zona excluyente Zona de protección y conservación Zona de recuperación y restauración Zona de prevención Zona de amortiguamiento

Fuente: Digitalización de imagen panorámica de Google Earth (2014). Red hidrográfica 2.0 escala 1:50000 de INEGI. MDE del CEM 2.0 escala 1:50000. CONABIO (2015), Ramírez (2013), Toledo (2013), SAFAP (2011), Lázaro (2010), García (2010), González (2004).
 Proyección: Universal Transversal de Mercator (U.T.M.). Datum WGS84. Huso 14. Banda Q. Zona N.
 Elaboró: Karen Patricia de la Torre Paredes. 2015.

ANEXO II | CONTINUO DE DATOS TÉRMICOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO IDW PARA NICOLÁS ROMERO 183

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura máxima diaria °C													
Valor máximo	29.548	32	34.488	36.5	36.426	35.5	33.118	30.089	32.741	29.586	34.5	29.238	
Valor mínimo	25	26	29.5	32.255	31	29	28	28	25	25	25	25	
Valor promedio	27.274	29	31.994	34.378	33.713	32.25	30.559	29.045	28.871	27.293	29.75	27.119	
Temperatura máxima normal °C													
Valor máximo	21.51	23.099	25.725	27	26.697	25.202	23.548	23.616	22.829	22.435	22.165	21.5	23.791
Valor mínimo	18.6	19.9	21.5	22.3	22.3	20.9	19.9	19.8	19.3	19.1	19.1	18.6	20.3
Valor promedio	20.055	21.5	23.613	24.65	24.499	23.051	21.724	21.708	21.065	20.768	20.633	20.05	22.046
Temperatura máxima mensual °C													
Valor máximo	24.6	26.4	28.895	31.937	31.874	30.8	28.8	28.2	26.793	32.7	24.767	24.6	
Valor mínimo	20.5	22.4	25.4	26.5	27.6	25.3	22.9	23.4	21.5	21	21	20.7	
Valor promedio	22.55	24.4	27.148	29.219	29.737	28.05	25.85	25.8	24.147	26.85	22.884	22.65	
Temperatura media normal °C													
Valor máximo	12.707	13.807	16.15	17.694	18.226	18.132	17.243	17.226	16.832	15.47	13.993	12.92	15.822
Valor mínimo	9	9.9	12	13.7	14.6	14.2	13.7	13.5	13.3	12	10.4	9.5	12.3
Valor promedio	10.854	11.854	14.075	15.697	16.413	16.166	15.472	15.363	15.066	13.735	12.197	11.21	14.061
Temperatura mínima diaria °C													
Valor máximo	-1.268	0	0	1	3.4	3.867	5.053	3.5	0	-1	-1	-1	
Valor mínimo	-12	-11	-10.556	-10.378	-3	-1	0.115	-5	-6	-10	-10	-9	
Valor promedio	-6.634	-5.5	-5.278	-4.689	0.2	1.434	2.584	-0.75	-3	-5.5	-5.5	-5	
Temperatura mínima normal °C													
Valor máximo	4.819	5.152	6.577	8.587	9.759	11.144	10.942	10.84	10.773	8.433	5.821	4.975	7.924
Valor mínimo	-0.7	-0.1	1.6	3.9	5.8	7.497	7.385	7.2	7.1	5	1.7	0.3	4.1
Valor promedio	2.06	2.526	4.089	6.244	7.78	9.321	9.164	9.02	8.937	6.717	3.761	2.638	6.012
Temperatura mínima mensual °C													
Valor máximo	2.6	3.1	4	6.1	7.122	9.025	9	9	9	5.3	3.977	7.6	
Valor mínimo	-3.7	-3.7	-4.756	-5.942	4.189	4.785	4.553	4.043	4.83	0.9	-0.8	-2.8	
Valor promedio	-0.55	-0.3	-0.378	0.079	5.656	6.905	6.777	6.522	6.915	3.1	1.589	2.4	

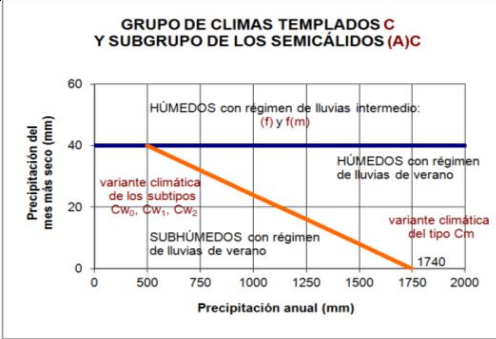
184 ANEXO III | CONTINUO DE DATOS PLUVIALES Y DE EVAPOTRANSPIRACIÓN OBTENIDOS POR EL MÉTODO IDW PARA NICOLÁS ROMERO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación máxima diaria (mm)													
Valor máximo	57.699	94.999	62	75	74	96	185.339	95	100.699	82	50	27	
Valor mínimo	20	20	27.5	27.2	48.5	66.2	64.511	50.3	60.5	45.5	20	14	
Valor promedio	38.85	57.5	44.75	51.1	61.25	81.1	124.925	72.65	80.6	63.75	35	20.5	
Precipitación máxima mensual (mm)													
Valor máximo	260.796	225.298	91.9	3314.62	159.5	405.099	662.995	652.996	592.497	251.76	340.996	100.999	
Valor mínimo	39.5	39.101	38.001	3160.747	93.6	247.501	277.602	268.88	292.601	125.402	38.002	20.4	
Valor promedio	150.148	132.2	64.951	3237.684	126.55	326.3	470.299	460.938	442.549	188.581	189.499	60.7	
Precipitación normal (mm)													
Valor máximo	21.247	18.8	17.6	51.2	92.2	203.899	257.699	237.499	238.999	89.9	31.9	16.023	1244.096
Valor mínimo	7.701	7.135	10	25.539	56.811	124.642	142.413	129.537	114.5	56.1	9.5	3.5	700.594
Valor promedio	14.474	12.968	13.8	38.37	74.506	164.271	200.056	183.518	176.75	73	20.7	9.762	972.345
Días con lluvia													
Valor máximo	2.933	2.9	3.7	7.3	11.5	17.2	22.6	20.9	18.3	10.2	4.9	2.8	123
Valor mínimo	1.5	1.74	2.3	5.258	9.4	14.4	18.043	16.9	14.341	7.8	2.6	1.1	97.8
Valor promedio	2.217	2.32	3	6.279	10.45	15.8	20.322	18.9	16.321	9	3.75	1.95	110.4
Evapotranspiración normal anual (mm)													
Valor máximo	112.743	133.4	189.4	190.5	183.6	155.9	152.1	142.2	129.4	117	105.848	102.315	1641.499
Valor mínimo	93.314	109.578	160.3	164.534	158.934	132.631	117.7	116.4	105.2	104.848	91.662	83.844	1483.867
Valor promedio	103.029	121.489	174.85	177.517	171.267	144.266	134.9	129.3	117.3	110.924	98.755	93.08	1562.683

ANEXO III | DATOS CLIMATOLÓGICOS REQUERIDOS PARA REALIZAR LA CLASIFICACIÓN DE CLIMAS SEGÚN EL SISTEMA MODIFICADO KÖPPEN-GARCÍA (1988) PARA EL MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO 185

Dato	Valor	Observación
Temperatura media anual	14.061	°C
Temperatura media del mes más frío	10.854	°C
Mes más frío	enero	mes
Temperatura media del mes más cálido	16.413	°C
Mes más cálido	mayo	mes
Precipitación total anual	972.345	mm
Precipitación media del mes más seco	9.762	mm
Mes más seco	diciembre	mes
Precipitación media del mes más lluvioso	200.056	mm
Mes más lluvioso	julio	mes
Porcentaje de lluvia invernal	4.241	$((E+F+M)/\text{anual}) * 100$
Época de lluvias	De verano	Porcentaje de lluvia invernal menor de 5
Régimen de lluvias	De verano	Por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el mes más seco. Esto no necesariamente se cumple con los climas Am.
Fórmula de r_h correspondiente al % de lluvia invernal	56.122	$r_h = 2t + 28$ Es la cantidad mínima necesaria de precipitación anual (expresada en cm), para que el clima sea húmedo o subhúmedo; si la estación cuyo clima se clasifica tiene una precipitación anual menor que el valor calculado de r_h , su clima es seco; r_h es el límite entre los secos y los húmedos
		$r_s = (2t+28)/2$

186 **ANEXO IV** | DATOS CLIMATOLÓGICOS REQUERIDOS PARA REALIZAR LA CLASIFICACIÓN DE CLIMAS SEGÚN EL SISTEMA MODIFICADO KÖPPEN-GARCÍA (1988) PARA EL MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO

Dato	Valor	Observación
Fórmula de r_s correspondiente al % de lluvia inverna	28.061	Es la cantidad mínima necesaria de precipitación anual (expresada en cm), para que el clima sea BS en cualquiera de sus modalidades; si la estación cuyo clima se clasifica tiene una precipitación anual menor que el valor calculado para r_s el clima es muy árido BW; r_s es el límite BS/BW o límite de los secos entre sí.
Cociente P/T	69.152	P/T (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C)
Clima (húmedo y subhúmedo/seco)	Húmedo y subhúmedo	P/T > 55.3
Clima (seco (BS)/muy seco (BW))	BS1	P/T > 22.9
Grupo del clima	C	t media del mes más frío entre -3 y 18 °C
		t media del mes más caliente > 6.5 °C
		p anual $\geq r_h$
Subgrupo del clima	C	t media anual entre 12 y 18 °C
Tipo de clima	C, subhúmedo	
Subtipo climático	(w2)(w)	Por el grado de humedad.
Canícula	ausente	Pequeña temporada menos húmeda que se presenta en la mitad caliente y lluviosa del año; se manifiesta como una merma en las cantidades de lluvia de los meses veraniegos.
Número de meses con temperatura media normal mayor a 10 °C	12	meses
Condiciones de temperatura	Templado con verano fresco y largo	T media anual entre 12 y 18 °C
		T media del mes más frío entre -3 y 18
		T media del mes más cálido bajo 18 °C

ANEXO III | DATOS CLIMATOLÓGICOS REQUERIDOS PARA REALIZAR LA CLASIFICACIÓN DE CLIMAS SEGÚN EL SISTEMA MODIFICADO KÖPPEN-GARCÍA (1988) PARA EL MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO 187

Dato	Valor	Observación
Símbolos para condiciones de temperatura	Cb	
Oscilación térmica anual	1.512	Tmax - Tmin
Designación de la oscilación térmica anual	Isoterma	Oscilación térmica anual < 5 °C
Símbolo de la oscilación térmica anual	i	
Marcha anual de temperatura	presente	El mes más caliente antes del solsticio de verano, significa una marcha de temperatura tipo Ganges.
Símbolo de la marcha anual de temperatura	g	
Zona (intertropical / extratropical)	intertropical	Zona entre trópico de cáncer y trópico de capricornio

ANIMALIA

AMPHIBIA

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
Hylidae	<i>Hyla plicata</i>	Rana de árbol plegada o surcada	Amenazada	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana arborícola	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú

REPTILIA

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	Endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; Santa María Magdalena Cahuacán
Colubridae	<i>Conopsis lineata</i>	Culebra	No	LC	No	Bosque del paraíso
	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chirriadora común	No endémica (A)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante/cincuate/ culebra sorda mexicana	Endémica (A)	LC	No	Bosque del paraíso
	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante/cincuate/ culebra sorda mexicana	Endémica (A)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchada de Baird	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra listonada del sur mexicano	No endémica (A)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón/ lora sangre/ falso camaleón/ lagartija cornuda de montaña	Endémica (A)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija escamosa llanera	Endémica (No)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	No endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Sceloporus spp</i>	Lagartijas	No	No	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija rasposa	No	LC	No	Bosque del paraíso
Scincidae	<i>Plestiodon copei</i>	Eslizón de Cope	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Viperidae	<i>Crotalus sp</i>	Víbora de cascabel	No	No	No	Bosque del paraíso

AVES

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja de Tres Marías, halcón cola roja de Tres Marías	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	No	NE	No	Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
	<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	No	NE	No	Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de cuello blanco	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca/garceta grande	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú ; Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal común	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura gallipavo	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildio	No	LC	No	Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	Urraca azul	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Arrendajo de Steller/chara crestada	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre del Tacana	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor de coronados	Endémica (P)	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Oriturus superciliosus</i>	El gorrión cachetioscuro serrano	Endémica	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Passerella iliaca</i>	El gorrión rascador	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Fringillidae	<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero pinero de Chiapas	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero	No	LC	No	Bosque del paraíso; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón de Guadalupe	Endémica (P)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán

190 ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
	<i>Loxia curvirostra</i>	Piquituerto común	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Hirundinidae	<i>Ergaticus ruber</i>	Reinita roja	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina azul negra	No	LC	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Oropéndola de Baltimore	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	No	LC	No	Bosque del paraíso; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Sturnella neglecta</i>	Alondra	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	No	LC	No	Bosque del paraíso
Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita de agua	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Paridae	<i>Parus sclateri</i>	Carbonero mexicano	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Poecile gambeli</i>	Carbonero montañés	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado guatemalteco	No Endémica (A)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Dendroica pinus</i>	Reinita del pinar	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita plomiza	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Myioborus pictus</i>	Candelita aliblanca	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Parula superciliosa</i>	Chipe pechimanchado	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Picoides scalaris</i>	Pico mexicano	No	NE	No	Santa María Magdalena Cahuacán

ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO 191

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	Capulinerito gris	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	No	LC	No	Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo de Guadalupe	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playerito alfacolita	No	LC	No	Presa de Guadalupe, Ejido San Francisco Magú
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Endémica (A)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	No	LC	Apéndice II	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí orejiblanco	No	NE	Apéndice II	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Hylocharis sp</i>	Colibrí	No	NE	Apéndice II	Bosque del paraíso
	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	No	LC	Apéndice II	Santa María Magdalena Cahuacán
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura de Guadalupe	Endémica (E)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Ratona carolinense	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín salta pared de Cozumel	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzalinos	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero, jilguero común, jilguero oscuro, ruiseñor, guardabarranca	No Endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso
	<i>Turdus merula</i>	Mirlo común	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso rufo de las Islas Marías	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero silbador	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Contopus pertinax</i>	Mosquero	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pechicanelo	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán

192 ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero negro	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Tyrannus</i>	Tirano dorso negro	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Mosquerito de balsas	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	Víreo bigotudo	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Vireo huttoni</i>	Víreo reyezuelo de La Laguna	Endémica (Pr)	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Vireo vicinior</i>	Víreo gris	No	LC	No	Santa María Magdalena Cahuacán

MAMMALIA

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
Cricetidae	<i>Liomys sp</i>	Ratón	No	NO	No	Bosque del paraíso
	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón arbustivo	Endémica (A)	LC	No	Bosque del paraíso
	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata/rata de campo	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
Didelphidae	<i>Didelphis sp</i>	Tlacuache	No	NO	No	Bosque del paraíso
	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán; Santa María Magdalena Cahuacán
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince rojo	No	LC	Apéndice II	Tres piedras Cahuacán
Geomyidae	<i>Cratogeomys tylosinus</i>	Topo	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Pappogeomys merriami</i>	Tuza	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Pappogeomys sp</i>	Tuza	No	NO	No	Bosque del paraíso
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Endémica (Pr)	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Lepus callotis</i>	Liebre	No	NT	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	Endémica	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Sylvilagus sp</i>	Conejo	No	NO	No	Bosque del paraíso
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	No	LC	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
	<i>Spilogale putorius</i>	Mofeta manchada	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
Muridae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón ciervo	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
Mustelidae	<i>Meles</i>	Tejón	No	LC	No	Municipio
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán

ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO 193

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	No Endémica (A)	LC	No	Tres piedras Cahuacán
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomiztle	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache del norte	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla tupida cola olingo	No	LC	No	Bosque del paraíso; Tres piedras Cahuacán
	<i>Sciurus sp</i>	Ardilla	No	NO	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Spermophilus sp</i>	Ardilla	No	NO	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla/ardillón/ardilla de roca	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán; Santa María Magdalena Cahuacán
Soricidae	<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña ojerillas	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Myotis sp</i>	Murciélago	No	NO	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Myotis velifer</i>	Murciélago	No	LC	No	Bosque del paraíso

PLANTAE

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i>	Maguey pulquero	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
Amaranthaceae	<i>Gomphrena pringlei</i>	Cabezona	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Iresine celosia</i>	Mazana	Herbácea	No	NE	No	Municipio
Anacardiaceae	<i>Rhus standleyi</i>	Zumaque	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú
Apiaceae	<i>Eryngium carlinae</i>	Hierba del sapo	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Eryngium serratum</i>	Hierba del sapo	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i>	Ajenjo	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Aster potosinus</i>	Gachupin	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Baccharis conferta</i>	Escoba/hierba del carbonero	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso; Tres piedras Cahuacán
	<i>Bidens odorata</i>	Mozoquelite/ acahual blanco, rosetilla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Bidens serrulata</i>	Aceitilla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Bidens triplinervia</i>	Kutsumu	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Cirsium lappoides</i>	Hierba del zopilote/ simonillo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso ; Municipio
	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Mirasol	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Dahlia coccinea</i>	Chalihuesca	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Dyssodia pinnata</i> var. <i>Pinnata</i>	Rocilla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Erigeron delphinifolius</i>	Margarita mexicana	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Erigeron karwinskianus</i>	Margarita del monto	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Eupatorium betonicaeforme</i>	Tabaquillo	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Eupatorium deltoideum</i>	Xolochichitl	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Eupatorium glabratum</i>	Chamizo blanco	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Eupatorium pulchellum</i>	Padre noble	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Estrellita	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Gnaphalium attenuatum</i> var. <i>Sylvicola</i>	Gordolobo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Gnaphalium canescens</i>	Gordolobo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Gnaphalium luteo-album</i>	Gordolobo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Gnaphalium spp.</i>	Gordolobo	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Gutierrezia alamanii</i>	Gordolobo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Heterotheca inuloides</i>	Arnica	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Hypochaeris radicata</i>	Roseta	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Montanoa tomentosa</i>	Zoapatle	Arbustiva	No	NE	No	Municipio
	<i>Schkuhria pinnata</i>	Anisillo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Senecio sp.</i>	Hierba caña o cardo santo	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Cuanahuatch	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
<i>Stevia elatior</i>	Estevia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso	
<i>Stevia jorullensis</i>	Estevia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso	
<i>Stevia purpusi</i>	Estevia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso	

ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO 195

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
	<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso; Municipio
	<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso; Municipio
	<i>Tagetes lunulata</i>	Anís de campo	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Tagetes micrantha</i>	Cempasúchil cimarrón	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso; Municipio
	<i>Tagetes triradiata</i>	Clavelón de la India	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa maría	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Tridax trilobata</i>	Mantecosa	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Viguiera excelsa</i>	Raíz del manso	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Viguiera trachyphylla</i>	Viguiera	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Zinnia haageana</i>	Zinnia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Begoniaceae	<i>Begonia gracilis</i>	Alita de ángel	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Alnus arguta</i>	Abedul	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Arbórea	No	VU	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Bromeliaceae	<i>Tillandsia erubescens</i>	Asarina	Epífita	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Tillandsia recurvata</i>	Heno pequeño	Epífita	No	NE	No	Bosque del paraíso
Buddleiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	Arbórea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cactus alambre	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Oveja echada	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Disocactus speciosus</i>	Pitajaya de cerro	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Echinocereus cinerascens</i>	Equinoceri	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Ferocactus latispinus</i>	Lengua del Demonio	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Hylocereus undatus</i>	Fruta dragón	Arbórea	No	NE	No	Municipio
	<i>Mammillaria discolor</i>	Ristra de corazon	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Yuca pie de elefante	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Mammillaria pringlei</i>	Biznaga de Pringle	Arbustiva	Endémica (PR)	VU	No	Municipio
	<i>Mammillaria uncinata</i>	Cactus mamilaria	Arbustiva	No	LC	No	Municipio
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Opuntia engelmannii</i>	Cactus manzana	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal chamacuelo	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal de cerro	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	Arbórea	No	LC	No	Municipio
	<i>Opuntia tomentosa</i>	Tunera de terciopelo	Arbórea	No	LC	No	Municipio
<i>Peniocereus serpentinus</i>	Reina de la noche	Arbustiva	No	LC	No	Municipio	
<i>Pereskopsis diguetii</i>	Cactus	Arbustiva	No	LC	No	Municipio	
<i>Stenocactus crispatus</i>	Biznaguita	Arbustiva	No	NE	No	Municipio	
<i>Stenocereus dumortieri</i>	Moco de Dios	Arbórea	No	LC	No	Municipio	
Campanulaceae	<i>Diastatea tenera</i>	Mata piojos	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso

196 ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
Capriofoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Perlitas	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
Caryophyllaceae	<i>Cerdia congestiflora</i>	Granadillo	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Corrigiola andina</i>	Albella	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Drymaria tenuis</i>	Cleome	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Drymaria villosa</i>	Pulida	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Stellaria cuspidata</i>	Quiloy	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Hierba de la gallina	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i>	Hierba de pollo	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso; San Francisco Magú
	<i>Commelina pallida</i>	Cholla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Commelina standleyi</i>	Hierba de pollo	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Compositae	<i>Baccharis conferta</i>	Escoba	Arbustiva	No	NE	No	Santa María Magdalena Cahuacán
Compositae	<i>Baccharis heterophylla</i>	Escobilla	Arbustiva	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Brickellia monocephala</i>	Vara blanca	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Eupatorium glabratum</i>	Ageratina	Arbustiva	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Eupatorium petiolare</i>	Alita de ángel	Arbustiva	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Pseudognaphalium canescens</i>	Gordolobo	Arbustiva	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Pseudognaphalium purpurascens</i>	Cudweed de wright	Arbustiva	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Senecio angulifolius</i>	Cardo santo	Herbácea	No	NE	No	Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Cornaceae	<i>Cornus excelsa</i>	Tepecuilote	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
Crassulaceae	<i>Crassula closiana</i>	Crassula	Arbustiva	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Crassula connata</i>	Crassula	Arbustiva	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Sedum dendroideum</i>	Siempreviva	Arbustiva	No	NE	No	Municipio
Cucurbitaceae	<i>Echinopepon milleflorus</i>	Chayotillo	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro de san Juan	Arbórea	No	LC	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Juniperus sp</i>	Cedro	Arbustiva	No	NE	No	Municipio
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Tule	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Arbutus spp</i>	Madroños	Arbórea	No	NE	No	Municipio

ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO 197

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
Ericaceae	<i>Arbutus tessellata</i>	Madroños	Arbórea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroños	Arbórea	No	LC	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Gaultheria odorata</i>	Cascabel	Arbustiva	No	NE	No	Municipio
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i>	Hierba de la araña	Herbácea	No	NE	Apendice II	Bosque del paraíso
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Phaseolus coccineus</i>	Ayocote	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Quercus crassipes</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
	<i>Quercus glabrescens</i>	Encino blanco	Arbórea	No	NE	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Quercus laeta</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Quercus laurina</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Quercus mexicana</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	Bosque del paraíso; Tres piedras Cahuacán
	<i>Quercus obtusata</i>	Encino roble	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Tres piedras Cahuacán
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
<i>Quercus ssp</i>	Encino	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Municipio	
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Gramineae	<i>Digitaria ternata</i>	Zacate mano texano	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Iridaceae	<i>Sisyrinchium tolucense</i>	Pasto de ojos azules	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Tigridia vanhouttei</i>	Flor de tigre	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Juncaceae	<i>Juncus arcticus</i>	Junco de esteras	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Labiatae	<i>Mentha spicata</i>	Hierbabuena	Herbácea	No	LC	No	Municipio
	<i>Stachys nepetifolia</i>	Oreja de liebre	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Consuelda menor	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Salvia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia elegans</i>	Salvia	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia lavanduloides</i>	Salvia	Herbácea	No	NE	No	Municipio
	<i>Salvia melissodora</i>	Salvia del monte	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia mexicana</i>	Tlacote	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia patens</i>	Salvia de prado	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Salvia reptans</i>	Salvia azul	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Arbustiva	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú

198 ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	UICN	CITES	Distribución
Leguminosae	<i>Calliandra humilis</i> var. <i>Reticulata</i>	Cabello de ángel	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Cologania humifusa</i>	Begonia	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Dalea leporina</i>	Hierba de ratón	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Desmodium procumbens</i>	Kintah	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Painteria leptophylla</i>	Huizache	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Trifolium amabile</i>	Trebilillo	Herbácea	No	LC	No	Bosque del paraíso; San Francisco Magú
	<i>Trifolium mexicanum</i>	Trébol mexicano	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Zornia reticulata</i>	Trébol llanero	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	Arbustiva	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Santa María Magdalena Cahuacán
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>	Hierba del cáncer	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Cuphea tolucana</i>	Hierba de la calavera	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i>	Violeta de monte	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
Martyniaceae	<i>Proboscidea lousianica</i> ssp. <i>Fragrans</i>	Cuernito	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Ficus elastica</i>	Hule	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camandulensis</i>	Eucalipto	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Alcanfor	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Oleaceae	<i>Franxinus uhdei</i>	Fresno	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Perilla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Orchidaceae	<i>Malaxis fastigiata</i>	Cetaria leucopila	Herbácea	No	NE	Apendice II	Bosque del paraíso
Orobanchaceae	<i>Conopholis alpina</i>	Elotillo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Agritos	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Oxalis decaphylla</i>	Agritos	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Oxalis tetraphylla</i>	Agritos	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Trepadora	Liana	No	NE	No	Bosque del paraíso
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Jaboncillo	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
Pinnaceae	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	Árborea	No	LC	No	Municipio; Santa María Magdalena Cahuacán
	<i>Pinus greggi</i>	Pinos	Árborea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Pinus leiophylla</i>	Tlacocote	Árborea	No	LC	No	Bosque del paraíso; Tres piedras Cahuacán
	<i>Pinus michoacana</i>	Pino blanco	Árborea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Pinus</i> spp	Pinos	Árborea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú; Municipio
Piperaceae	<i>Peperomia campyloptropa</i>	Pimienta de tierra	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
Plantaginaceae	<i>Plantago nivea</i>	Hierba del pastor	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso

ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO 199

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
Poaceae	<i>Enneapogon desvauxii</i>	Zacate ladera	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate casamiento	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Hilaria belangeri</i>	Zacate mezquite	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Muhlenbergia sp</i>	Zacatón	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Pennisetum villosum</i>	Zacate plumoso	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Setaria parviflora</i>	Zacatillo sedoso	Herbácea	No	LC	No	Bosque del paraíso
	<i>Zea mays</i>	Maíz	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Polygalaceae	<i>Monnina ciliolata</i>	Monina	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Polygonum capitatum</i>	Nudosilla	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Pleopeltis polylepis</i>	Helecho	Epífita	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Polypodium madrese</i>	Flor de piedra	Herbácea	No	NE	No	Tres piedras Cahuacán
	<i>Polypodium subpetiolatum</i>	Helecho	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	Cilantrillo	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Cheilantes hirsuta</i>	Helecho	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Cheilantes sinuata</i>	Helecho	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Ranunculaceae	<i>Ranunculus petiolaris var. Arseni</i>	Cebollina	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Rosaceae	<i>Alchemilla procumbens</i>	Chinilla	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Amelanchier denticulata</i>	Membrillo/tlaxistle	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Malus domestica</i>	Manzana	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Prunus armeniaca</i>	Chabacano	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Prunus persica</i>	Durazno	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso; "El mirador" Ejido San Francisco Magú ; Tres piedras Cahuacán
	<i>Prunus sp</i>	Ciruelo	Arbustiva	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Pyrus communis</i>	Pera	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Pyrus pyrifolia</i>	Pera	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Rosa canina</i>	Rosa silvestre	Arbustiva	No	NE	No	Bosque del paraíso
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	Culantrillo	Herbácea	No	NE	No	San Francisco Magú
	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Galium mexicana</i>	Esculcona	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Galium sphenophyllum</i>	Galio blanco	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso

200 ANEXO V | RIQUEZA DE ESPECIES DE NICOLÁS ROMERO

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	nom-059	uicn	CITES	Distribución
	<i>Sherardia arvensis</i>	Rébola	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
	<i>Ruta chalepensis</i>	Ruda	Herbácea	No	NE	No	Municipio
Salicaceae	<i>Salix sp</i>	Sauce	Arbórea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Cola de borrego	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Lamourouxia brachyantha</i>	Hierba del cáncer	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Lamourouxia multifida</i>	Hierba del cáncer	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Mecardonia procumbens</i>	Hoja de quebranto	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Penstemon roseus</i>	Penstemon	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i>	Zarzaparrilla	Trepadora	No	NE	No	Bosque del paraíso
Solanaceae	<i>Solanum marginatum</i>	Bola de oro	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Herbácea	No	NE	No	"El mirador" Ejido San Francisco Magú
Verbenaceae	<i>Verbena bipinnatifida</i>	Alfombrilla	Rastrera	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Verbena carolina</i>	Hierba de San José	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso
	<i>Verbena sp</i>	Verbena	Herbácea	No	NE	No	Municipio
Violaceae	<i>Viola humilis</i>	Poshil	Herbácea	No	NE	No	Bosque del paraíso

CEM - Continuo de Elevaciones Mexicano.

CEPANAF - Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna.

CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora Silvestres).

CNA - Comisión Nacional del Agua.

CONABIO - Comisión Nacional de la Biodiversidad.

CONANP- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

CONAPO - Consejo Nacional de Población.

CONEVAL - Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

DOF - Diario Oficial de la Federación.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

INE - Instituto Nacional de Ecología.

INECC - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

ITER - Principales resultados por localidad.

MA - Millennium Ecosystem Assessment.

MDE: Modelo Digital de Elevación.

MDT: Modelo Digital de Terreno.

NCGIA - National Center for Geographic Information and Analisis.

202 SIGLAS Y SIGLEMAS

NOM - Norma Oficial Mexicana.

WMO - World Meteorological Organization (Organización mundial meteorológica).

OET-Ordenamiento Ecológico y Territorial.

PSA - Pago por Servicios Ambientales.

SEDESOL - Secretaría de Desarrollo Social.

SEMARNAT - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SIG - Sistema de Información Geográfica.

SIGMA - Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental.

SMN - Sistema Meteorológico Nacional.

UICN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

UNESCO - La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UTM - Proyección Universal Transversal de Mercator.

Figura 1.-Transformación homeomórfica (Echeverri, 2011).....	17
Figura 2.-Bordes de un cubo (Echeverri, 2011).	18
Figura 3.- Modelos de datos vectoriales en los Sistemas de Información Geográfica (ArcGis Desktop Help, 2005).	19
Figs 4.-Modelo Raster (Sarria, 2006).	20
Figura 5.- Jeroglífico de Nicolás Romero (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014).....	32
Figura 6.- Escudo de Nicolás Romero (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero 2013-2015., 2014).....	32
Figura 7.- Localización del municipio. Elaboración propia.....	33
Figura 8.- Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para generar las interpolaciones de las variables climáticas. Elaboración propia.....	50
Figura 9.- Áreas Naturales protegidas de Nicolás Romero (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, 2013).....	69
Figura 10.- Asociación entre el valor Rn y el tipo de patrón de arreglo que presentan las localidades. De Muñoz (2009).....	90
Figura 11.- Modelo de calidad de la vegetación	109
Figura 12.- Suelos asociados a los diferentes tipos de vegetación presentes en México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).....	115
Figura 13.- Construcción del criterio “Clima” para el modelo de fragilidad de la vegetación.	116
Figura 14.- Modelo de fragilidad de la vegetación	120

Gráfica 1.- Porcentaje de cobertura de cuencas y subcuencas hidrológicas en el municipio de Nicolás Romero. De Red Hidrográfica INEGI 2.0.	47
Gráfica 2.- Días con lluvia en el municipio de Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).	53
Gráfica 3.- Climogramas de las estaciones meteorológicas presentes en Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).	54
Gráfica 4.- Porcentaje de cobertura litológica de Nicolás Romero. Con datos de INEGI (INEGI, 1975a, 1975b).	55
Gráfica 5.- Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 2011. Con datos vectoriales (INEGI, 2011).	59
Gráfica 6.- Estructura poblacional de Nicolás Romero por edad y género. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).....	78
Gráfica 7.- Jefatura en hogares del municipio Nicolás Romero, 2010. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).	82
Gráfica 8.-Jefatura en hogares del municipio Nicolás Romero, 2005. De Censo de población y vivienda INEGI (2005a).	83
Gráfica 9.- Servicio de electricidad en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).....	84
Gráfica 10.-Servicio de agua entubada de la red pública en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).	85
Gráfica 11.- Servicio de drenaje en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).	85
Gráfica 12.- Población de habla indígena de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).	87
Gráfica 13.-Porcentaje de población económicamente activa por género de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).	93

Gráfica 14.-Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 2005. De datos vectoriales INEGI (2005b).	97
Gráfica 15.-Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 1970. De datos INEGI (1970a, 1970b).	97
Gráfica 16.-Porcentaje de cobertura de los usos de suelo y vegetación de Nicolás Romero del año 2005. De datos vectoriales INEGI (2005b).	100

Tabla 1.- Estatus global de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte (Duraiappah y Naeem, 2005).	10
Tabla 2.- Relación entre forma, borde y dimensión (Echeverri, 2011).....	18
Tabla 3.- Cambios en el nombre de la cabecera municipal (H. Ayuntamiento Constitucional de Nicolás Romero, 2014).....	31
Tabla 4.- Ejemplos de uso de suelo sugeridos acorde al grado de inclinación del terreno.	45
Tabla 5.- Clasificación climática para Nicolás Romero. De Köppen modificado por García, (1988).	51
Tabla 6.- Ambiente térmico del municipio Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).	52
Tabla 7.- Caracterización pluvial y de evapotranspiración del municipio Nicolás Romero. Con datos del SMN de la CNA (2010).	53
Tabla 8.- Tipos de suelo presentes en Nicolás Romero. De carta edafológica INEGI (1976a, 1976b).	57
Tabla 9.- Características de las unidades de suelo de Nicolás Romero. De (FAO-Unesco, 1976).	58
Tabla 10.- Especies de plantas en riesgo en Nicolás Romero.	63
Tabla 11.- Especies de anfibios en riesgo en Nicolás Romero.	63
Tabla 12.- Especies de aves en riesgo en Nicolás Romero.....	64
Tabla 13.- Especies de reptiles en riesgo en Nicolás Romero.	65
Tabla 14.- Especies de mamíferos en riesgo en Nicolás Romero.	65
Tabla 15.- Especies presentes en la localidad “Bosque de paraíso”.....	66
Tabla 16.- Especies presentes en la localidad “Ejido San Francisco Magú”....	66

Tabla 17.- Especies presentes en la localidad “Tres Piedras Cahuacán”.....	67
Tabla 18.- Especies de flora presentes en otras partes del municipio de Nicolás Romero.....	67
Tabla 19.- Áreas Naturales Protegidas de Nicolás Romero (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, 2013).....	69
Tabla 20.- Municipios más poblados del Estado de México. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	71
Tabla 21.- Clasificación de los municipios según su tamaño poblacional (Gutiérrez et al., 2015).....	72
Tabla 22.- Localidades de Nicolás Romero que disminuyeron su población en 5 años. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	72
Tabla 23.- Localidades de Nicolás Romero que aumentaron su población en 5 años. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	73
Tabla 24.- Tasa de crecimiento anual geométrico. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	75
Tabla 25.- Comparación en la distribución territorial de la poblacional de Nicolás Romero en función del tamaño de las localidades. De SEDESOL (2010); De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	77
Tabla 26.- Estructura poblacional por grupos de edad. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	79
Tabla 27.- Total de hogares en las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a, 2005a).....	80
Tabla 28.- Distancias entre localidades más cercanas del municipio de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).....	90
Tabla 29.- Porcentaje de población económicamente activa de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a).....	92

Tabla 30.- Razón de dependencia de las localidades de Nicolás Romero. De Censo de población y vivienda INEGI (2010a)..	92
Tabla 31.- Categorías de uso de suelo y vegetación de la cartografía de 1970, 2005 y 2011 y homologación usada en este estudio.	98
Tabla 32.- Superficie de las categorías homologadas de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero.	99
Tabla 33.- Porcentajes de cambio de uso de suelo y vegetación en el municipio de Nicolás Romero.	99
Tabla 34.- Frecuencias de la calidad de la vegetación en Nicolás Romero.	108
Tabla 35.- Frecuencias de la fragilidad de la vegetación en Nicolás Romero.	119
Tabla 36. Clases para la toma de decisiones respecto a la integridad ecológica (Secretaría General de Medio Ambiente, 2004).	121
Tabla 37. Frecuencias de la integridad biológica de la vegetación en Nicolás Romero.	122
Tabla 38.- Clasificación de la cobertura de suelo de: 1) Proyecto CORINE (CLC), 2) De Clerici y colaboradores (2014), y 3) Categorías homologadas usadas en este estudio.	124
Tabla 39.- Capacidad de provisión de servicios ecosistémicos específicos. De Clerici y colaboradores (2014).	126
Tabla 40.- Capacidad de servicios ecosistémicos del municipio de Nicolás Romero entre 1970-2011.	127
Tabla 41.- Cambio en la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos del municipio de Nicolás Romero entre 1970-2011.	127

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
1 INTRODUCCIÓN	6
2 MARCO TEÓRICO	8
2.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	8
2.1.1 CLASIFICACIÓN	9
2.1.2 VALORACIÓN	9
2.1.3 AMENAZAS	11
2.1.4 PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN LA TOMA DE DECISIONES ...	12
2.1.4.1 DIFICULTADES	14
2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	15
2.2.1 DEFINICIÓN	15
2.2.2 ESTRUCTURA.....	17
2.2.2.1 MODELO VECTORIAL.....	17
2.2.2.2.- MODELO RASTER	19
2.2.3 FUNCIONES	20
2.2.4 APLICACIONES.....	21
2.2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MEDIO AMBIENTAL .	23
3 ANTECEDENTES.....	24
4 JUSTIFICACIÓN	27
5 OBJETIVO	29
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	29
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	29
6 HIPÓTESIS	30
7 METODOLOGÍA	31
7.1 DATOS	31
7.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	31
7.2.1 HISTORIA	31
7.2.2 LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN.....	32
7.2.3 CLIMA	33
7.2.4 TOPOGRAFÍA	33
7.2.5 GEOLOGÍA.....	34
7.2.6 EDAFOLOGÍA.....	34
7.2.7 USO DE SUELO	34
7.2.8 FLORA	34
7.2.9 FAUNA	34
7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN ANÁLOGA Y DIGITAL	35
7.4 SOFTWARE.....	35
7.5 ÍNDICES Y MODELOS.....	35
7.6 VARIABLES.....	39

7.7 DISEÑO.....	41
7.8 PROCEDIMIENTO.....	41
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
8.1 MEDIO NATURAL.....	44
8.1.1 SUBSISTEMA ABIÓTICO.....	44
8.1.1.1 VARIABLES ALTIMÉTRICAS.....	44
8.1.1.2 HIDROGRAFÍA.....	46
8.1.1.3 CLIMA.....	49
8.1.1.4 GEOLOGÍA.....	55
8.1.1.5 EDAFOLOGÍA.....	57
8.1.2 SUBSISTEMA BIÓTICO.....	59
8.1.2.1 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	59
8.1.2.2 RIQUEZA DE ESPECIES.....	60
8.1.2.3 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	68
8.2 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	71
8.2.1 ESTRUCTURA SOCIAL.....	71
8.2.1.1 POBLACIÓN Y LOCALIDAD.....	71
8.2.1.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	74
8.2.1.3 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL.....	76
8.2.1.4.- ESTRUCTURA POBLACIONAL.....	77
8.2.2 CONDICIÓN SOCIAL.....	79
8.2.2.1 HOGARES.....	79
8.2.2.2 JEFATURA EN HOGARES.....	81
8.2.2.3 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS EN HOGARES.....	84
8.2.3 CONDICIÓN HISTÓRICO-CULTURAL.....	86
8.2.3.1 POBLACIÓN INDÍGENA.....	86
8.2.3.2 PUNTOS DE INTERÉS HISTÓRICO.....	88
8.2.3.3 ÍNDICE DE ANTROPIZACIÓN.....	88
8.2.3.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ASENTAMIENTOS.....	89
8.2.4 CONDICIÓN ECONÓMICA.....	91
8.2.4.1 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	91
8.2.4.2 POBREZA.....	94
8.2.4.3 INFRAESTRUCTURA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	95
8.3 APLICACIÓN DEL SIGMA EN MODELOS TERRITORIALES.....	96
8.3.1 CAMBIO DE USO DE SUELO.....	96
8.3.2 CALIDAD DE LA VEGETACIÓN.....	103
8.3.3 FRAGILIDAD DE LA VEGETACIÓN.....	110
8.3.4 INTEGRIDAD ECOLÓGICA.....	121
8.3.5 VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	123

9 CONCLUSIONES.....	129
10 REFERENCIAS	133
ANEXOS	148